



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ HOMBRE MAQUINA PARA EL
MONITOREO DE LA CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA
PLUVIAL PARA USO DOMÉSTICO EN LAS INSTALACIONES DE
LABORATORIOS PESADOS 1 ESIME ZACATENCO**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

PRESENTAN

ALDO ALCÁNTARA REYES.

SILVIA DEYANIRA CARBAJAL PITA.

URIEL DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ.

ASESORES

M EN C. ANTONIO OBREGÓN TENORIO.

M EN C. IVONE CECILIA TORRES RODRÍGUEZ.



MÉXICO, D.F. 2013

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LÓPEZ MATEOS"

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
DEBERA(N) DESARROLLAR C. ALDO ALCANTARA REYES
C. URIEL DOMINGUEZ HERNÁNDEZ
C. SILVIA DEYANIRA CARBAJAL PITA

**"IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ HOMBRE MAQUINA PARA EL
MONITOREO DE LA CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA
USO DOMÉSTICO EN LAS INSTALACIONES DE LABORATORIOS PESADOS 1
ESIME ZACATENCO"**

APLICAR EL MONITOREO EN UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN LAS
INSTALACIONES DE PESADOS 1 ESIME ZACATENCO, ASÍ COMO SU TRATAMIENTO PARA
USO DOMÉSTICO IMPLEMENTANDO UNA INTERFAZ HUMANO MÁQUINA MEDIANTE UN
SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

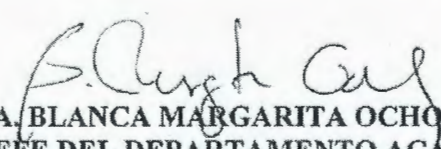
- ANTECEDENTES HISTORICOS.
- CONDICIONES ACTUALES.
- DISEÑO FÍSICO.
- DISEÑO ELÉCTRICO.
- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

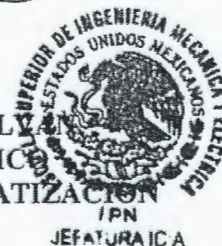
MÉXICO D.F., 31 DE MARZO DE 2014.

ASESORES


M. EN C. ANTONIO OBREGÓN TENORIO


M. EN C. IVONE CECILIA TORRES RODRÍGUEZ


DRA. BLANCA MARGARITA OCHOA GALLO
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN





Dedicatorias

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Papá y mamá

Alcántara Reyes Aldo

A mis padres que gracias a sus esfuerzos pude concluir mis estudios satisfactoriamente, ya que sin su apoyo esto no hubiera sido posible. A mis hermanos y amigos. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Silvia D. Carbajal Pita

A mis padres, porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final.

Uriel Domínguez Hernández



Agradecimientos

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi madre que es el ser más maravilloso de todo el mundo.

Gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niño me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles. A mi padre porque desde pequeño ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado.

Gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

Con amor, admiración y respeto.

Aldo Alcántara Reyes

Al Instituto Politécnico Nacional, a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Eléctrica, a mis asesores que gracias a ellos pude terminar este proyecto satisfactoriamente, así como a mis compañeros de tesis que sin ellos esto no hubiera sido posible. Principalmente agradezco a mis padres por todo el esfuerzo y apoyo que me brindaron durante mis estudios.

Silvia D. Carbajal Pita

A mis padres, hermanos y amigos que me apoyaron durante mis años de estudio así como en la creación de este proyecto. A mis asesores de tesis así como a los profesores que nos apoyaron para la realización del proyecto.

Uriel Domínguez Hernández



Índice de contenido

Capítulo I	1
Introducción	2
Justificación	3
1 La Captación del agua en la historia	5
1.1 Captación de agua pluvial en la República Mexicana	8
1.1.1 Captación de agua pluvial Estado de México	8
1.1.2 Captación de agua pluvial Estado de México (Grupo Étnico Mazahua)	9
1.1.3 Captación de agua pluvial en Michoacán.....	9
1.2 Captación de agua pluvial en Europa	10
1.2.1 Captación de agua pluvial en Alemania	10
1.2.2 Berlín	11
1.2.3 Aeropuerto de Frankfurt	12
1.2.4 Universidad Técnica de Darmstadt.....	12
1.2.5 Captación de agua pluvial en Suiza	12
1.2.6 Captación de agua pluvial en Reino Unido	13
1.2.7 Sistema de captación Casas Milenio Verde.....	14
1.3 Captación de agua pluvial en Asia	14
1.3.1 Captación de agua pluvial en China, Provincia de Gansu.....	14
1.3.2 Captación de agua pluvial en Japón	15
1.3.3 Sistema Rojison.....	16
1.3.4 Sumida	16
1.3.5 Captación de agua pluvial en India	17
1.3.6 Captación de agua pluvial en Singapur	18
1.3.7 Aeropuerto Changi	19
1.3.8 Captación de agua pluvial en Bangladesh	19
1.4 Captación de agua pluvial en Oceanía	20
1.4.1 Captación de agua pluvial en Australia.....	20
1.4.2 Victoria	20
1.4.3 Sídney y Nuevo Sur Gales.....	20
1.4.4 Costa de Oro	21
1.4.5 Queens land	21
1.5 Captación de agua pluvial en África	21
1.5.1 Captación de agua pluvial en Kenia.....	22
1.5.2 Captación de agua pluvial en Zimbabue	22
Capítulo II	23
2.1 Lluvia en México	25



2.2 Resumen de precipitación en los últimos años en México	26
2.3 Agua de pluvial	28
2.4 La lluvia ácida.....	28
2.4.1 Formación de la Lluvia Ácida.....	29
2.4.2 Efectos de la Lluvia acida.....	30
2.4.2.1 Ríos y lagos	30
2.4.2.2 Bosques.....	30
2.4.2.3 Suelo	31
2.4.2.4 Salud	31
2.4.3 Monitoreo de la Lluvia acida	32
2.4.3.1 Colectores convencionales.....	33
2.4.3.2 Colectores automáticos.....	33
2.4.4 Resultados obtenidos por el Programa de Precipitaciones Acidas en la ZMCM. 34	
2.5 Instalaciones	34
2.5.1 Área de captación de agua pluvial.	36
2.5.2 Canales y tuberías para la conducción del agua	37
2.5.3 Cisterna de almacenamiento de agua captada	37
2.5.4 Cisterna de almacenamiento del agua tratada.....	38
Capítulo III	25
3 Construcción del sistema de Captación en el Área de Pesados 1.....	40
3.1 Cálculo de precipitación pluvia anual neta.....	40
3.2 Determinación de la demanda de agua	43
3.3 Cálculo de conducción del agua (Canaleta y bajadas).....	45
3.3.1 Condiciones Reales	45
3.3.2 Condiciones del prototipo.....	47
3.4 Tratamiento de Agua Captada.....	48
3.4.1 Condiciones Reales	48
3.4.1.1 La Filtración Lenta en Arena (FLA).	49
3.4.1.2 Filtro pulidor	50
3.4.1.3 Filtro de Carbón Activado	51
3.4.2 Condiciones del Prototipo	51
3.5 Desinfección	53
3.5.1 Desinfección caso real	54
3.5.2 Desinfección en prototipo.....	54
3.6 Cisterna de almacenamiento	55
3.6.1 Condiciones Reales	55
3.6.2 Condiciones del Prototipo	55



3.7 Diseño del prototipo	56
3.8 Diseño del proceso real	58
3.8 Pruebas	60
3.8.1 Métodos de determinación del pH	60
3.8.1.1 Método del Colorímetro	60
3.8.1.2 El método del Electrodo	61
3.8.2 Sensor de pH	62
3.8.2.1 Descripción electrodo de pH asp200-2-1m-bnc	62
3.8.2.2 Características:	63
3.8.3 Medición	63
3.8.3.1 Calibración del sensor	63
3.8.3.2 Pruebas en cada etapa del sistema	64
3.8.3.4 Almacenamiento	64
3.8.3.5 Resultados	65
Capítulo IV	41
4.1 Selección del controlador	65
4.1.1 Condiciones Reales	65
4.1.2 Condiciones del prototipo	67
4.1.3 Capacidades de E/S	68
4.2 Software	68
4.2.1 Condiciones Reales	68
4.2.2 Condiciones del Prototipo	69
4.3 Señales analógicas	70
4.4 Construcción del interruptor de flujo	72
4.5 Control de las electroválvulas	72
4.6 Programación	73
4.6.1 Comunicación	73
4.6.2 Programa	76
4.6 Pruebas	81
4.7 Interfaz Hombre Maquina	83
4.7.1 Interface RSview32	83
5.1 Resultados del prototipo	91
5.1.1 Área de captación:	91
5.1.2 Canalización (tuberías):	91
5.1.3 Tratamiento	92
5.1.4 Almacenaje (cisterna)	92
5.1.5 Pruebas de laboratorio	93
5.1.6 Sistema eléctrico	94



5.1.7 Conclusión	96
5.2 Lista de materiales	97
Materiales Prototipo	97
Materiales Proyecto Real	98
5.3 Análisis de costos	99
Prototipo.....	99
Proyecto Real.....	100
Referencias	102
ANEXOS	103



Índice de tablas

Tabla 1 Coeficientes de escurrimiento.....	41
Tabla 2 Volumen del agua de lluvia captado en litros, con relación al área de captación y precipitación pluvial promedio	42
Tabla 3 Método grafico del cálculo de precipitación	43
Tabla 4 Características físicas, organolépticas	48
Tabla 5 Cantidad de cloro por litro de agua	53
Tabla 6 Características de sensor de pH	63
Tabla 7 Resultados de pH.....	65
Tabla 8 Número de entradas y salidas del sistema	65
Tabla 9 Entradas y Salidas Micro 830	66
Tabla 10 Número de entradas y salidas del sistema.....	67
Tabla 11 Características de Adaptador	70
Tabla 12 Características del electrodo de pH.....	70
Tabla 13 Características de sensor OPR	70
Tabla 14 Comportamiento lineal del sensor de pH.....	71
Tabla 15 Conversión de valores	71
Tabla 16 Ubicación de las entradas	81
Tabla 17 Dirección de salida	82
Tabla 18 Resultados de laboratorio.....	93
Tabla 19 Características químicas del agua bajo Norma	94
Tabla 20 Materiales Prototipo.....	97
Tabla 21 Materiales Proyecto Real.....	98
Tabla 22 Costos Prototipo.....	99
Tabla 23 Costos Proyecto Real.....	100



Índice de figuras

Capítulo I

Figura 1. 1 Cisterna Maya "Chultun"	6
Figura 1. 2 Zona arqueológica Xochicalco.....	7
Figura 1. 3 Green building, Distrito Federal.....	8
Figura 1. 4 Planta Estado de México.....	8
Figura 1. 5 Centro de recolección Estado de México.....	9
Figura 1. 6 Meseta Tarasca.....	9
Figura 1. 7 Captación de agua pluvial en Alemania	10
Figura 1. 8 Potsdamer Platz	11
Figura 1. 9 Aeropuerto de Frankfurt	12
Figura 1. 10 Ringdansen, Norrköping , Suiza	13
Figura 1. 11 Captación de agua pluvial Reino Unido	14
Figura 1. 12 Captación de agua pluvial Gansu, China	15
Figura 1. 13 Captación de agua pluvial Tokio, Japón.....	16
Figura 1. 14 Captación de agua pluvial India.....	18
Figura 1. 15 Captación de agua pluvial Singapur	18
Figura 1. 16 Aeropuerto Changi, Singapur.....	19
Figura 1. 17 Captación de agua pluvial Australia.....	21
Figura 1. 18 Captación de agua pluvial en África.....	21
Figura 1. 19 Laikipia, Kenia	22

Capítulo II

Figura 2. 1 Estadísticas de agua pluvial	25
Figura 2. 2 Precipitación en el 2011	26
Figura 2. 3 Precipitación en los últimos años en México	27



Figura 2. 4 Comparación de la precipitación de los últimos años en México	27
Figura 2. 5 Escala de pH.....	28
Figura 2. 6 Formación de lluvia acida	29
Figura 2. 7Efectos de la lluvia ácida en cuerpos de agua	30
Figura 2. 8 Efectos de la lluvia ácida en bosques.....	30
Figura 2. 9 Efectos de la lluvia ácida en suelos.....	31
Figura 2. 10 Efectos de la lluvia ácida en la salud.....	31
Figura 2. 11 Sitios de monitoreo de lluvia ácida en el D.F. y área metropolitana	32
Figura 2. 12 Colector convencional	33
Figura 2. 13 Colector automático.....	33
Figura 2. 14 pH histórico. Período 1987 – 2010.....	34
Figura 2. 15 Instituto Politécnico Nacional	34
Figura 2. 16 Pesados 1	35
Figura 2. 17 Plano Planta Baja.....	35
Figura 2. 18 Inclinaciones del techo	36
Figura 2. 19 Cales y tuberías del edificio.....	37
Figura 2. 20 Cisterna de laboratorios pesados.....	37
Figura 2. 21 Cisterna de almacenamiento.....	38
Capítulo III	
Figura 3. 1 Principales componentes del sistema de captación	40
Figura 3. 2 Techo del prototipo	45
Figura 3. 3 Canaleta con malla	46
Figura 3. 4 Electro válvula de 3 vías	46
Figura 3. 5 Canaleta y bajadas del prototipo	47
Figura 3. 6 Electro válvula del prototipo.....	48
Figura 3. 7 Filtración lenta en arena.....	50



Figura 3. 8 Filtro pulidor.....	50
Figura 3. 9 Filtro de carbón activado.....	51
Figura 3. 10 Filtración lenta en arena del prototipo.....	51
Figura 3. 11 Construcción del filtro FLA.....	52
Figura 3. 12 Filtros de carbón activado y pulidos del prototipo.....	52
Figura 3. 13 Bomba dosificadora industrial.....	54
Figura 3. 14 Bomba dosificadora de uso automotriz.....	54
Figura 3. 15 Cisterna de pesados 1.....	55
Figura 3. 16 Cisterna del prototipo.....	55
Figura 3. 17 Prototipo en SolidWorks.....	56
Figura 3. 18 DTI del prototipo.....	57
Figura 3. 19 Prototipo en SolidWorks.....	58
Figura 3. 20 Equipo hidroneumático.....	60
Figura 3. 21 Tiras de test para pH.....	61
Figura 3. 22 Electrodo de pH.....	61
Figura 3. 23 Sensor de pH.....	62
Figura 3. 24 Sensor de pH asp200-1 m-bnc.....	62
Figura 3. 25 Calibración del sensor de pH.....	63
Figura 3. 26 Toma de muestras.....	64
Figura 3. 27 Toma de lectura en las muestras.....	64

Capítulo IV

Figura 4. 1 Controlador Micro830.....	66
Figura 4. 2 Controlador MicroLogix 1100.....	67
Figura 4. 3 Software Connected Components Workbench.....	69
Figura 4. 4 RSLogix 500.....	69
Figura 4. 5 Adaptador de pH / ORP.....	70



Figura 4. 6 Circuito para realizar Interruptor de Flujo	72
Figura 4. 7 Etapa de potencia para Electroválvulas	72
Figura 4. 8 Comunicación de Red desde Panel de Control.....	73
Figura 4. 9 Protocolo de Internet (TCP/IP)	73
Figura 4. 10 Abrir RSLinx Classic	74
Figura 4. 11 Selección de Protocolo de Comunicación.....	74
Figura 4. 12 Abrir BOOTP-DHCP	75
Figura 4. 13 Asignar MAC	75
Figura 4. 14 Verificar Comunicación del PLC	76
Figura 4. 15 Seleccionar Software RSLogix 500.....	76
Figura 4. 16 Selección de PLC.....	77
Figura 4. 17 Línea 0000 del programa.....	77
Figura 4. 18 Línea 0001 del programa.....	77
Figura 4. 19 Línea 0002 del programa.....	78
Figura 4. 20 Línea 0003 del programa.....	78
Figura 4. 21 Línea 0004 del programa.....	78
Figura 4. 22 Línea 0005 del programa.....	78
Figura 4. 23 Línea 0006 del programa.....	79
Figura 4. 24 Línea 0007 del programa.....	79
Figura 4. 25 Línea 008 del programa	79
Figura 4. 26 Línea 009 del Programa.....	80
Figura 4. 27 Línea 0010 del programa.....	80
Figura 4. 28Línea 0011 del programa.....	80
Figura 4. 29 Línea 0012 del programa.....	80
Figura 4. 30 Pruebas con las entradas	81
Figura 4. 31 Pruebas con las salidas	82



Figura 4. 32 RSview 32 en modo edición.....	83
Figura 4. 33 Configuración del channel	84
Figura 4. 34 Configuración del nodo	84
Figura 4. 35 Submenú de conexión RS logix.....	85
Figura 4. 36 Menú opciones de Display.....	85
Figura 4. 37 Selección de la carpeta LYBRARY	86
Figura 4. 38 Botones digitales	86
Figura 4. 39 Animación de botones.....	87
Figura 4. 40 Submenú de animación de componentes.....	87
Figura 4. 41 Menú para la selección de tags	88
Figura 4. 42 Comandos de configuración RS view 32	89

Capítulo V

Figura 5. 1 Área de captación	91
Figura 5. 2 Conducción del agua pluvial.....	91
Figura 5. 3 Etapa de tratamiento	92
Figura 5. 4 Almacenamiento.....	92
Figura 5. 5 Conexiones al PLC	95



GLOSARIO.

Acueducto: Es un sistema o conjunto de sistemas acoplados, que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante. Su nombre proviene del latín “aquae ductus” que significa conducto de agua.

Agua blanda: Puede definirse como agua con menos de 0,5 partes por mil de sal disuelta.

Aguada: Son depresiones formadas por el hundimiento local de roca caliza. Contienen agua de lluvia y a veces freática. El crecimiento florístico circundante tiende a azolvarlas.

Akalché: Son llanos o bajíos extensos en donde se deposita el agua de lluvia y se conserva durante algunos meses. Son terrenos con mal drenaje (Robles R., 1958:58).

Antrópico: Se refiere a lo relativo al hombre entendido como especie humana o ser humano.

Canales: Se trata de obras hidráulicas, cuya función primordial consiste en conducir el agua de un lugar hacia otro (Matheny, 1978: 201-203).

Carbonato de calcio (CaCO₃). Es una sustancia muy abundante en la naturaleza, formando rocas, como componente principal, en todas partes del mundo, y es el principal componente de conchas y esqueletos de muchos organismos (p.ej. moluscos, corales) o de las cáscaras de huevo.

Cárcavas: Son los socavones producidos en los suelos de lugares con pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia.

Cenote: En general son depresiones casi circulares, con paredes verticales que llegan frecuentemente al nivel freático y deben su formación a la erosión subterránea y al desfondamiento de la roca caliza superficial. Su diámetro es variable.

Chultun: En lengua maya, significa cisterna labrada en la roca para contener agua de lluvia; proviene de la contracción de chulub (agua de lluvia) y tun (piedra labrada), según el diccionario maya Cordemex (Barrera V. 1980:114).XIII

Cianuro: Está presente en forma natural en algunos alimentos como las almendras, las nueces, las castañas. También se encuentra presente por generación antropogénica, como por los escapes de los automóviles, el humo del cigarrillo y la sal industrial que se usa para derretir el hielo de los caminos.



Coefficiente de escurrimiento (Cr): Es la relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escurre superficialmente, (ambas expresadas en mm).

$$Cr = \frac{Es}{Pr}$$

Dónde:

Es = Lámina escurrida (en mm)

Pr = Precipitación (en mm)

El valor del parámetro Cr varía mucho en función del tipo de material del área de captación.

Color: El color que en el agua produce la materia suspendida y disuelta, se le denomina "Color aparente", una vez eliminado el material suspendido, el color remanente se le conoce como "Color verdadero" siendo este último el que se mide en esta determinación. Por comparación visual de la muestra con soluciones coloridas de concentraciones conocidas o discos de cristal de color calibrados previamente con las soluciones anteriores. La unidad para medición del color que se usa como estándar, es el color que produce 1 mg/l de Platino en la forma de cloroplatinato.

La relación de cobalto a platino, se puede variar para igualar el matiz. La proporción Pt-Co que se utiliza en este método es normalmente la adecuada para la mayoría de las muestras. El color puede cambiar con el pH de la muestra, por lo que es necesario, que al medir el color, se reporte también el pH de la muestra.

Convección: es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, disminuyen su densidad y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

Domus: Era la casa unifamiliar romana de familias con cierto nivel económico, cuyo cabeza de familia llevaba el nombre de dominus.

Estuco: Era hecho con Piedra Caliza cocida, y mezclada con un pegamento orgánico extraído de un árbol endémico en Petén llamado localmente Holol, mezclado con cal y Sascab, un mineral natural parecido a piedra caliza, que no hay que cocer.



Evapotranspiración: Se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo.

Geo membrana: Lámina sintética fabricada a base de PVC, polietileno, caucho y otros compuestos, que se utilizan para revestir o envolver diversas sustancias que pueden contaminar el ambiente, tales como rellenos sanitarios, pozas de lixiviación o relaves mineros. Con ella se evita que dichas sustancias regresen al entorno a través de la lluvia y el viento.

Humedal: es una zona de tierras, generalmente planas, en la que la superficie se inunda permanente o intermitentemente, al cubrirse regularmente de agua, el suelo se satura, quedando desprovisto de oxígeno y dando lugar a un ecosistema híbrido entre los puramente acuáticos y los terrestres.

Infiltración: es la penetración del agua en el suelo.

Interfaz Hombre Maquina (HMI): es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso.

Lago: es una gran extensión de agua, de forma irregular, rodeada de tierra. El agua que los conforma siempre es dulce.

Laguna: es así mismo una extensión acuosa sin forma constante y de menores dimensiones que un lago. El agua puede ser dulce o salada.

Lignina: Sustancia que aparece en los tejidos leñosos de los vegetales y que mantiene unidas las fibras de celulosa que los componen: la lignina constituye el 25% de la madera. Es disuelta por los reactivos sódicos y por el cloro, que la convierten en un subproducto soluble en el agua.

Monitoreo: Su origen se encuentra en monitor, que es un aparato que toma imágenes de instalaciones filmadoras o sensores y que permite visualizar algo en una pantalla. El monitor, por lo tanto, ayuda a controlar o supervisar una situación.

Noria: es una máquina hidráulica que sirve para extraer agua siguiendo el principio del rosario hidráulico. Consiste en una gran rueda con aletas transversales que se coloca parcialmente sumergida en un curso de agua, el cual, gracias a las aletas, imprime a la rueda un movimiento continuo. Ésta, posee en su



perímetro una hilera de recipientes, que con el movimiento de la rueda se llenan de agua, la elevan y la depositan en un conducto asociado a la noria que la distribuye. Existen también norias para sacar agua de pozos, en los que el movimiento se consigue generalmente utilizando tracción animal.

Número Más Probable (NMP): cantidad más probable de bacterias coliformes o de estreptococos fecales presentes en una muestra de agua, estimada estadísticamente con base en el método de dilución múltiple en tubos.

Óxido de silicio (SiO₂): Es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena. Una de las formas en que aparece naturalmente es el cuarzo.

También es un desecante, es decir que quita la humedad del lugar en que se encuentra. Se encuentra muy generalmente en paquetes nuevos de aparatos ópticos, electrónicos, etc.

Partes por millón (ppm): Es una unidad de medida que se refiere a los mg (miligramos) que hay en un kg de disolución; como la densidad del agua es 1, 1 kg de solución tiene un volumen de aproximadamente 1 litro, los ppm son también los mg de una sustancia en un litro expresado de XV otra forma, mg/l (Siguiendo el mismo razonamiento, los ppm también son los gramos que contiene cada metro cúbico, g/m³) Para calcular los ppm se divide el peso en mg por el volumen en litros, por ejemplo, una disolución de 15 gramos (g) en 3 metros cúbicos de agua: $15 \text{ g} \times 1000 \text{ mg/g} = 15000 \text{ mg}$ $3 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ l/m}^3 = 3000 \text{ l}$ Concentración: $15000 / 3000 = 5 \text{ mg/l} = 5 \text{ ppm}$.

Percolación: Se refiere al movimiento y filtración de fluidos a través de materiales porosos no saturados.

Peten: Se trata de ojos de agua dulce, producto de corrientes subterráneas en zonas de manglar o aun semiáridas cercanas a la costa. Facilita la proliferación de ciertos tipos de vegetación más alta que la que lo rodea.

Potencial de hidrógeno (pH): Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de ioneshidronio [H₃O⁺] presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno" (**p**ondus **H**ydrogenii o **p**otentia**H**ydrogenii; del latín pondus, n. = peso; potentia, f. = potencia; hydrogenium, n. = hidrógeno).

Pozo: Es una perforación profunda efectuada en la tierra para sacar el agua. Su profundidad varía según el nivel en que se halle el manto freático y sus paredes pueden estar revestidas de piedra o ladrillo, según la región.



Propiedades organolépticas: Son el conjunto de descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color. Todas estas sensaciones producen al comer una sensación agradable o desagradable.

Punzonamiento: Es un esfuerzo producido por tracciones en una pieza debidas a los esfuerzos tangenciales originados por una carga localizada en una superficie pequeña de un elemento bidireccional de hormigón, alrededor de su soporte. Este esfuerzo de punzonamiento produce un efecto puntual sobre su plano de apoyo.

Rejollada: Se trata de derrumbes que no llegaron a ser cenotes y en muchos casos llegan cerca del nivel freático y, en algunas ocasiones, conservan agua permanente.

Renovable: Son las fuentes de agua naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de agua que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Represas: Es el estancamiento o detención artificial de una corriente de agua.

Río: Se trata de una corriente de agua bastante considerable que desemboca en otra o bien en el mar.

Sarteneja: es una oquedad poco profunda no mayor de 2 m de diámetro de un afloramiento de la roca madre. Únicamente se llena con agua de lluvia.

SCALL: Sistema de Captación de Agua de Lluvia.

Sólidos Disueltos Totales (SDT): Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales.

Terracota: del italiano terra cotta significa "tierra cocida", es la arcilla modelada y endurecida al horno, fundamento de los trabajos de cerámica, utilizada tanto para recipientes, como para la realización de esculturas y decoración arquitectónica.XVI

Unidades Formadoras de Colonias (UFC/mL): es un valor que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. Expresa el número relativo de microorganismos de un taxón determinado en un volumen de un metro cúbico de agua. Las "Unidades Formadoras de Colonias" (UFC) se miden en (UFC por mililitro).



Unidades Nefelométrías de Turbidez, o Nefelometric Turbidity Unit (NTU): son las unidades para medir la turbidez. El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

Unidades Siemens: Se denomina siemens (o Siemens, símbolo S) a la unidad derivada del Sistema Internacional de medidas para la medida de la conductancia eléctrica (G), la cual es la facilidad de un objeto o circuito para conducir corriente eléctrica entre dos puntos. Se define como la inversa de la resistencia.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{V}$$

La unidad S = Ω^{-1}

En donde I es la intensidad eléctrica o corriente eléctrica, y V es el voltaje (Tensión o diferencia de potencial eléctrico).

Xuayabí: Es una pequeña depresión en el terreno, casi siempre se encuentra al pie de un árbol; su profundidad no excede los 50 o 60 cm; tiene, bajo esta capa de tierra, la roca madre. Solo conserva agua pluvial por algún tiempo.

Capítulo I

“Antecedentes”

Introducción

La problemática de escases de agua se complica cada vez más con el cambio climático y México no se salvara de este problema, por lo cual se tiene la necesidad de proponer nuevas formas de abastecimiento que asegure la sustentabilidad del recurso. Esta tesis propone los sistemas de captación de agua pluvial una solución complementaria que ayude a combatir los escases de agua contado con un monitoreo constante de la calidad del agua.

Con el fin de optimizar la captación y el monitoreo del tratamiento del agua pluvia fue necesario analizar diversa documentación para conocer la estructura de captación utilizadas a través de la historia, así como conocer las nuevas técnicas y métodos desarrollados para el tratamiento de agua pluvial, así como el monitoreo utilizado para cumplir con las normas de calidad.

Una de las principales razones por la que fracasan muchos sistemas de captación pluvial es por la calidad del agua recolectada. Diversos usuarios se quejan de desarrollo de algas, o de que el agua 'se echa a perder' en las cisternas, sobre todo al pasar largos periodos de almacenamiento. Por lo tanto, el tratamiento, filtración y/o desinfección es un elemento clave de cualquier sistema de captación.

Para garantizar que el agua pluvia no presente estos problemas se realizó el monitoreo constante a través de calidad de agua realizados en dos instituciones, uno por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y otro por el Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI), siendo necesario algunos términos químicos para comparar los valores obtenidos con los valores permisibles de calidad de agua, establecidos por normas mexicanas.



Justificación

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso.

En todo el territorio nacional se tiene un promedio anual de precipitaciones de 1489 kilómetros cúbicos; si sólo se aprovechara 3% de esa cantidad, se podría abastecer a 13 millones de mexicanos que actualmente no cuentan con agua potable, dar dos riegos de auxilio a 18 millones de hectáreas de temporal, abastecer a 50 millones de unidades animal y regar 100 mil hectáreas de invernadero. [7]

En el Distrito Federal existen zonas en donde se presentan hundimientos debido a que la mayor parte del agua que se consume es extraída del subsuelo teniendo como causa sobreexplotación de los mantos acuíferos usando un método de captación se desea combatir dicha problemática y así lograr que los mantos acuíferos recuperen sus niveles regulares de agua.

El proyecto se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Politécnico Nacional en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Unidad Zacatenco en el área denominada Laboratorios Pesados I. Una de las razones principales por la cual se propuso este proyecto en las instalaciones de la escuela, es debido a que se cuenta con un comité de sustentabilidad y éste desea que la escuela sea sustentable aplicando diversos proyectos para dicho fin.

En las instalaciones de pesados 1 se aplicó dicho proyecto ya que éstas son adecuadas para la captación de agua pluvial además que con frecuencia se sufre de escases del agua, así como el uso elevado de ésta en el área de sanitarios.



Objetivo

Aplicar el Monitoreo en un sistema de captación de agua pluvial en las instalaciones de Pesados 1 IPN Zacatenco, así como su tratamiento para uso doméstico implementando una interfaz humano máquina mediante un sistema de adquisición de datos.

Objetivos Específicos

- Obtener agua tratada dentro de los parámetros establecidos en la norma oficial NOM-127-SSA1-1994.
- Efectuar la automatización en el proceso de captación y tratamiento de agua pluvial mediante un PLC.
- Demostrar el proceso mediante una maqueta didáctica.



Antecedentes

1 La Captación del agua en la historia

El agua, el líquido vital por naturaleza, ha sido un factor determinante para la evolución tanto de especies vegetales como animales. El hombre, en su transición de nómada a sedentario procuró siempre establecerse en las inmediaciones de los ríos, manantiales, lagos y otras fuentes donde pudiera proveerse del vital líquido.

Es así que a lo largo de su historia, el hombre ha tenido que enfrentarse con el problema del agua, pues tanto resulta imperante la presencia del agua para el desarrollo de sus actividades cotidianas, como le es peligrosa en exceso, tal es el caso de las grandes inundaciones y catástrofes que han ocurrido a causa del agua y los fenómenos que suceden a raíz de esta. Durante mucho tiempo se pensó en el agua como un recurso inagotable por su fácil obtención de los ríos, lagos y manantiales. Con el avance de su evolución ya no era necesario que el hombre se estableciera cerca de estos sitios, e ideó técnicas para excavar pozos hasta encontrar el agua del subsuelo y abastecerse de ésta.

Muchas de las obras históricas de captación de agua pluvial para uso doméstico se originaron principalmente en Europa y Asia. En base a la distribución de los restos de estructuras de captación de agua pluvial y el persistente uso de estas obras en la historia, se puede asumir que las técnicas de captación de agua pluvial desempeñaban un papel importante en la producción agrícola y la vida en general en las zonas áridas y semiáridas en diversas partes del mundo.

En el sureste de Túnez se utilizaron técnicas de micro captación para el crecimiento de árboles. Técnicas parecidas se practicaron por todo una vasta región del suroeste de los Estados Unidos, noreste de México y en el Altiplano de México Central y Sur.

Las técnicas antiguas descritas a menudo tratan de medidas simples de control del agua, eran técnicas utilizadas en diversos sistemas agrícolas especialmente los de producción marginal, y se caracterizaban por los siguientes factores: estaban vinculadas a diversos cultivos y otras prácticas, como las de conservación de suelos, eran flexibles, o sea que se integraban fácilmente con otras sistemas de uso de los recursos naturales, y eran resistentes, ya que tenían la capacidad de adaptarse a los cambios sociales.

Cuando la población humana comienza a crecer de manera extensiva, y no existen suficientes recursos disponibles de agua, se necesita buscar otras fuentes diferentes de agua, como almacenamiento y distribución del agua.

Hace aproximadamente 7000 años en Jericó (Israel) el agua almacenada en los pozos se utilizaba como fuente de recursos de agua, además se empezó a desarrollar los sistemas de transporte y distribución del agua. Este transporte se realizaba mediante canales sencillos, excavados en la arena o las rocas y más tarde se comenzarían a utilizar tubos huecos.

En Egipto se utilizaban árboles huecos de palmera mientras en China y Japón utilizaban troncos de bambú y más tarde, se comenzó a utilizar cerámica, madera y metal. En la antigua Grecia el agua de pozos y agua de lluvia eran utilizadas en épocas muy tempranas. Desde hace más de tres siglos, en América Latina, se han utilizado los sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico, donde la recolección del agua proveniente de los techos y pisos se almacenaba en cisternas de diferentes tipos.

El agua de lluvia es un recurso que históricamente en nuestro país ha desempeñado un papel muy importante hasta el siglo XIX. Cuando a principios del siglo XX las canalizaciones de agua empezaron a irrumpir de forma masiva en ciudades, pueblos y villas, el agua de lluvia pasó a un segundo plano y reservado casi exclusivamente a situaciones muy especiales.

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) ha desarrollado desde hace varios años, investigaciones en zonas arqueológicas de la península de Yucatán. El sistema de captación de agua de lluvia descubierto recientemente, fue utilizado por los mayas que habitaron durante el postclásico tardío (1200-145 d.C.) la antigua ciudad amurallada conocida como Ichpaatún.

El resultado de las excavaciones arqueológicas demuestra que para obtener y almacenar el agua de lluvia, los antiguos mayas aprovecharon los afloramientos naturales de la roca caliza, modificándolos detalladamente para ello. Los niveles más altos fueron acondicionados para captar el agua y conducirla por gravedad rumbo a los niveles más bajos, donde excavaron varias oquedades y un chultún para almacenarla como se muestra en la figura 1.1.



Figura 1. 1 Cisterna Maya "Chultun"

En el México prehispánico existen evidencias de estos sistemas, tales como en la zona arqueológica de Xochicalco, Morelos, 650 a 900 d.C. visualizada en la figura 1.2, en donde no existía ninguna fuente de abastecimiento de agua, por lo que se realizó un uso eficiente del agua. La plaza central y los patios fueron diseñados para canalizar el agua de lluvia hacia las cisternas, las cuales almacenaban el agua por siete meses aproximadamente.

Actualmente existen muchos casos exitosos de sistemas de captación a nivel urbano, entre los que destaca: Star-City que opera desde 2007 en Gwangjin-gu, Seúl, Corea, el cual está conformado por 1300 unidades habitacionales, con un área de captación en techos y pisos de 6200 m² y 45000 m² respectivamente, con una precipitación de 41000 m³. El agua de lluvia captada se utiliza en riego de jardines, en baños públicos, infiltración en suelo y almacenamiento de agua para consumo humano para situaciones de emergencia, sirviendo éste último para evitar los daños causados por las inundaciones. Se obtuvo una relación de volumen de almacenamiento por área de captación de 5.8 m³/100 m². Entre los beneficios que presentan estos sistemas es el ahorro de consumo de energía utilizada en la distribución de 0.04 kWh/m³, mientras que para el agua potable es de 1.19 kWh/m³, con un costo beneficio (B/C) de 2.67 por un periodo de 35 años. [7]

En este caso de estudio, se demostró que si se reemplazara el 20% del agua potable (1.3 billones de Toneladas) por agua de lluvia se ahorraría en energía 75 GWh, que implicaría un ahorro en emisiones de CO₂ a la atmósfera por las centrales termoeléctricas de 32700 Toneladas (Jungsoo y Mooyoung, 2009).



Figura 1. 2 Zona arqueológica Xochicalco.

Este edificio (figura 1.3 Green Building) utiliza un sistema de captación de agua de lluvia, la cual es reciclada y reutilizada. Dispone de zonas verdes con mini-jardines en los que se han sembrado plantas que necesitan poco mantenimiento. México, D.F. fue diseñado por Taller 13. [7]



Figura 1. 3 Green building, Distrito Federal.

1.1 Captación de agua pluvial en la República Mexicana

1.1.1 Captación de agua pluvial Estado de México

Sistema De Captación De Agua De Lluvia (figura 1.4 Colpos-3 Cisterna Para Planta Purificadora).



Figura 1. 4 Planta Estado de México.

1.1.2 Captación de agua pluvial Estado de México (Grupo Étnico Mazahua)

Proyecto: “Purificación de Agua de Lluvia Almacenada en una Cisterna Revestida con Geomembrana para Consumo Humano del Grupo Étnico Mazahua”. Que a continuación se muestra en la figura 1.5.



Figura 1. 5 Centro de recolección Estado de México

1.1.3 Captación de agua pluvial en Michoacán

Proyecto: “Captación y Purificación de Agua de Lluvia para Consumo Humano en Tres Comunidades de la Meseta Tarasca del Estado de Michoacán” donde en la figura 1.6 se muestra el metodo de recoleccion de agua pluvial.[6]



Figura 1. 6 Meseta Tarasca

1.2 Captación de agua pluvial en Europa

El aprovechamiento del agua de lluvia en Europa, se debe sobre todo al alto precio del agua en muchos países, entre más alta es la tarifa mejor la amortización. Los países en donde tiene un mayor costo son Dinamarca (1.84 Euro/m³) y Alemania (1.73 Euro/m³), este último es el país en donde más se ha desarrollado la captación de agua. Sin embargo, existen programadas muy fuertes y apoyos para la aplicación de tecnologías en Austria, Suiza, y Bélgica.

1.2.1 Captación de agua pluvial en Alemania

El promedio de precipitación anual en Alemania varía entre los 563mm y los 855mm. Existe un interés creciente en la captación de agua de lluvia en las casas, particularmente al nivel de gobierno local. Debido a la polución industrial y la estricta normativa en lo que se refiere al agua potable, el recurso pluvial es utilizado para usos no potables como descarga de sanitarios, lavado de ropa y riego de áreas verdes. Además del ahorro que significa aprovechar el agua de lluvia, las personas que utilizan estos sistemas reciben el beneficio de no tener que pagar la tasa anual que se cobra por descargar el escurrimiento pluvial a los drenajes. De igual forma, existen subsidios y apoyos para todas aquellas personas que quieran instalar estos sistemas como el que se muestra en la figura 1.7.



Figura 1. 7 Captación de agua pluvial en Alemania

También se cobran impuestos a las propiedades que generan escurrimientos directos al drenaje local. Lo que impulsa que el agua de lluvia sea recolectada y conservada para evitar que se descargue a los sistemas locales. De esta forma la gente consigue reducción en los impuestos si convierte sus zonas impermeables (techos y pavimentos) en zonas de captación de agua de lluvia.

1.2.2 Berlín

En octubre de 1998, como parte de una gran escala de desarrollo urbano en Berlín, se instalaron sistemas de captación de agua de lluvia como los de la figura 1.8 en Potsdamer Platz, zona en la cual se recoge el agua que cae en los techos y se almacena en un tanque subterráneo que tiene capacidad para 3.500 m³. Esta agua se aprovecha para la descarga de inodoros, riego de zonas verdes (incluyendo los techos con cubierta vegetal) y la reposición de un estanque artificiales.



Figura 1. 8 Potsdamer Platz

En otro proyecto en Luedecke-Strasse el agua de lluvia de todas las áreas del techo (superficie aproximada de 7.000 m²), se descarga en un drenaje de aguas pluviales y es dirigida a una cisterna con una capacidad de 160 m³ junto con la esorrentía de las calles, plazas de aparcamiento y las vías (un área aproximada de 4.200 m²). El agua es tratada en varias etapas y se utiliza para escusados y riego de zonas verdes. Se estima que con la utilización de este sistema se puede ahorrar un 58% del agua local. También se calcula que en diez años con el aprovechamiento del escurrimiento pluvial, se puede reducir la utilización de agua potable en 2.430 m³ por año.

Ambos sistemas han permitido controlar las inundaciones urbanas, reducir el vertido de aguas contaminadas a los cauces naturales y crear un mejor micro clima en la ciudad.

1.2.3 Aeropuerto de Frankfurt

Se implementó un sistema de captación en la mayoría de zonas techadas de la terminal construida en 1993 (área de 26.800 m²) que se muestra en la figura 1.9. El agua es almacenada en 6 tanques que se encuentran en los sótanos, cada uno con una capacidad de 100m³. El agua es utilizada para sanitarios, riego y limpieza de los aires acondicionados.



Figura 1. 9 Aeropuerto de Frankfurt

1.2.4 Universidad Técnica de Darmstadt

En el centro académico se instaló un mega sistema de recolección de agua de lluvia y reúso que ha reducido la demanda de agua potable tan solo para beber, tomando del servicio público 20% del líquido utilizado. El agua de lluvia es aprovechada para los sanitarios, limpieza de superficies y enfriamiento.

1.2.5 Captación de agua pluvial en Suiza

A pesar de que el agua en este país es todavía un recurso abundante, su compromiso con el desarrollo sustentable y el manejo responsable de los recursos lo ha llevado a implementar sistemas de captación de agua de lluvia. De acuerdo con un estudio reciente, en Suiza el 20% del agua en las viviendas es utilizada para descarga de escusados, 15% para el lavado de ropa y 10% para la limpieza del automóvil. Bajo estas consideraciones, en la zona residencial de Ringdansen, Norrköping (figura 1.10) se está implementado un proyecto para lograr que las tareas domésticas que necesitan sólo de agua de baja calidad sean satisfechas a través de la captación de agua de lluvia.

Con ello se pretende ahorrar 3800 m³ de agua al mes por uso en escusados, 3000 m³ en lavado de ropa y hasta 25 m³ al mes en la limpieza de vehículos.



Figura 1. 10 Ringdansen, Norrköping , Suiza

1.2.6 Captación de agua pluvial en Reino Unido

La principal motivación para utilizar los sistemas de captación de agua de lluvia en Reino Unido es el estrés hídrico. Aunque se considere un país lluvioso, sufre por falta de agua debido a dos razones: el aumento de la población y la demanda de agua, así como migración a las ciudades y repartición urbana desigual, así que se están agotando los recursos en las zonas de mayor desarrollo urbano y mayor densidad de población. Por esta razón están desarrollando un programa reglamentado que busca reducir gradualmente el consumo de agua de agua de 150 litros por persona a 80. Además, la captación de lluvia se propone como una medida para prevenir inundaciones, ya que al aprovechar el agua pluvial en distintos puntos, se evita que gran parte del líquido escurra por las calles y sature los drenajes, provocando problemas.

Un punto fuerte en Inglaterra fue la creación de la Asociación para la cosecha de agua (por sus siglas en inglés UKRHA). Que ha luchado por promover leyes y negociar con los entes de gobierno, para mostrar los beneficios de promover esta solución y de aplicar nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento del recurso pluvial. De igual forma, están trabajando constantemente en garantizar que se cumpla la calidad del recurso pluvial, para que no vaya a afectar la salud de la población.

También desarrollaron en 2006 el Código de Hogares Sustentables que busca disminuir el impacto del cambio climático por medio de construcciones en donde se consuman menos recursos. El objetivo en cuanto al agua es reducir el consumo interno percapita y provisionar las nuevas construcciones de sistemas para captar el agua de lluvia y reducir los niveles de descarga.

En Reino Unido, todas las nuevas construcciones habitacionales deben estar valoradas por el código de hogares sustentables algunas como se muestran en la figura 1.11. Para lo cual los equipos de captación de agua de lluvia se presentan como una opción bastante llamativa y ha provocado un crecimiento en el mercado, ya que es una forma práctica de reducir el consumo de agua en las construcciones sin necesidad de abandonar ciertas comodidades.



Figura 1. 11 Captación de agua pluvial Reino Unido

1.2.7 Sistema de captación Casas Milenio Verde

El sistema cuenta con 5 tanques para almacenar agua con capacidad para 18 días. Está instalado en casas de 4 habitaciones con un área de techo de 153m² que deben repartir aproximadamente 95m³/año. El sistema debe bombear 3.500 litros. Junto con otras tecnologías de ahorro, redujeron el consumo de agua a 50m³ por año (50000 litros).

1.3 Captación de agua pluvial en Asia

En este continente muchos países viven entre la contradicción que suponen las inundaciones en la época de lluvia sobre todo en las zonas del sur y cuando vienen el monzón, y las falta de suministro en las regiones áridas. De igual forma, las ciudades de China, India y Japón, están enfrentando la escasez en el suministro, razón por la cual están viendo en el agua de lluvia una solución determinante.

1.3.1 Captación de agua pluvial en China, Provincia de Gansu

China ha estado enfrentando serios problemas de escasez de agua que han causado grandes pérdidas económicas y medioambientales. La peor condición de falta de suministro, se da en la meseta de Loess de Gansu, localizada en el noroeste del País. Esta zona, una de las más pobres de China, depende por completo del agua de lluvia, la precipitación anual es de unos 300 mm y sucede entre los meses de julio a septiembre, mientras que las cantidades de evaporación potencial son de 1500-2000 mm.

El agua superficial y subterránea es limitada, por lo tanto la agricultura en la provincia depende de las precipitaciones.

Entre 1995-96, se inició el Proyecto de Captación de agua de lluvia "121", implementado por el gobierno de la provincia de Gansu mostrado en la figura 1.12 que se usa para apoyar a los agricultores, en el cual, le entregaban a cada familia un sistema para captar agua de lluvia. Este consistía en: canaletas para recolectar el agua de los techos, tanques de almacenamiento de cemento y planchas de plástico para recolectar la lluvia en el suelo. El agua recolectada la podían utilizar para el riego de sus cultivos. A partir de 2000, se construyeron un total de 2183.000 tanques para recolectar el agua de lluvia con una capacidad total de 73.1 millones de m³ garantizando el suministro de agua potable para 1.97 millones personas y riego suplementario de 236.400 hectáreas de tierra.

A partir de este proyecto, diecisiete provincias de China adoptaron la técnica de aprovechamiento de aguas pluviales, mediante la creación de 5.6 millones tanques con una capacidad total de 1.8 millones de m³, y garantizando el suministro de agua potable para aproximadamente 15 millones de personas y el riego suplementario de 1.2 millones de hectáreas de tierra.



Figura 1. 12 Captación de agua pluvial Gansu, China

1.3.2 Captación de agua pluvial en Japón

La temporada de lluvia en Japón va desde comienzos de junio hasta octubre cuando termina la época de tifones y con un promedio anual de 1380 mm. Para mitigar la escasez de agua, controlar las inundaciones y tener reserva segura de líquido en caso de emergencias, en Tokio se promueve la recolección y la utilización de agua de lluvia en la figura 1.13 se puede observar el método de recolección de agua pluvial.

En la ciudad un promedio de 750 edificios públicos y privados utilizan sistemas para la recolección y utilización del recurso pluvial. También han desarrollado un sistema urbano a gran escala para establecer zonas de retención y almacenamiento, preservando la naturaleza en los bordes de los ríos y acoplado superficies para que se inunden en la época de lluvia, y así evitar que los desbordamientos afecten otras zonas.

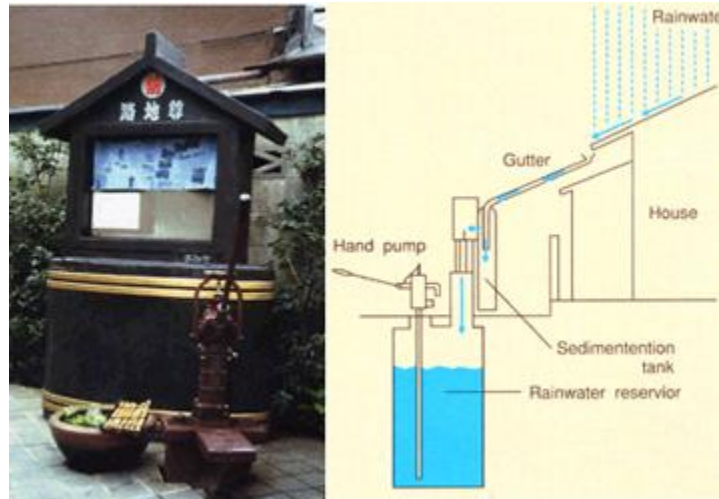


Figura 1. 13 Captación de agua pluvial Tokio, Japón

1.3.3 Sistema Rojison

En Tokio a nivel comunitario, se utiliza el sistema "Rojison", un sistema simple creado por los residentes locales en el distrito de Mukojima para aprovechar el agua de lluvia recogida de los tejados de las casas, utilizándola para riego de jardines, reserva de agua en caso de emergencias y para la extinción de incendios. Está instalación recibe el agua de lluvia del techo de la casa, para almacenarla en un pozo subterráneo y luego extraerla por medio de una bomba manual.

1.3.4 Sumida

En el Coliseo de lucha de Sumo Ryogoku Kokugikan, se aprovecha una azotea de 8.400 m² como superficie de captación, el agua de lluvia recogida se vierte en un tanque de almacenamiento de 1000 m³ y utilizan para limpieza de superficies, baños y aires acondicionados. La municipalidad está ampliando este sistema para las nuevas instalaciones públicas.



1.3.5 Captación de agua pluvial en India

Según los estudios de la FAO la India está considerada como uno de los 6 países que más están en peligro por falta de agua. Por esta razón muchas autoridades están desarrollando programas que lleven al ahorro, uso eficiente del agua, así como el aprovechamiento del recurso pluvial y el apoyo a nuevas tecnologías que lo permitan. Es el país más poblado del mundo con 1200 millones de habitantes y en muchas regiones agrícolas, así como en las ciudades se viven problemas por la escasez y contaminación de agua. La solución que se ha tomado para enfrentar estos problemas son las técnicas de aprovechamiento de agua lluvia.

La distribución del agua de lluvia en India es muy variable pasando de los 100mm en los desiertos del Noroeste a 2500 mm en las montañas del Noreste, también con una temporada de lluvia muy marcada por el monzón que es un diluvio breve, aproximadamente 100 horas de lluvia, en las que se debe captar y almacenar el agua para las otras 8660 horas que constituyen un año. Por estas razones el agua de lluvia es fundamental para la agricultura en la India desde hace mucho tiempo. De igual forma, se empieza a presentar una demanda cada vez mayor para aplicar este tipo de métodos en las zonas urbanas como respuesta al aumento de la población, el consumo de las reservas de agua y el incremento de las actividades productivas y comerciales que exigen un mayor gasto del suministro.

La población urbana en la India ha crecido casi cinco veces en las últimas décadas. Hace unos años la mayoría de ciudades eran autosuficientes y contaban con suficientes cuerpos de agua, en la actualidad estas fuentes han desaparecido por completo. En este país, 19 ciudades se enfrentan a situaciones de creciente escasez de agua, en la actualidad, en urbes como Chennai y Nueva Delhi, los sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia son obligatorios

Los sistemas para captar el agua de lluvia, son de bajo impacto, de poco costo y puede ayudar a aumentar las reservas. Razón por la cual, los gobiernos locales y nacionales están implementando leyes y buscando fondos que lleven a fomentar y aumentar la captación de lluvia. Un 50% de los fondos de desarrollo rural son usados para promover sistemas de cosecha de lluvia en el campo.

Los sistemas de captación de agua de lluvia en techos son obligatorios en las nuevas construcciones en 18 de los 28 estados de India así como se indica en la figura 1.14. Por ejemplo:

- En Bangalore se está implementando una disminución en los impuestos para las personas que implementan sistemas de captación de agua de lluvia en sus hogares. Según las autoridades locales, si se aprovecha el agua de lluvia en esta ciudad tendrían suministro para 6 meses.

- En Deli están desarrollando un programa que busca dar incentivos económicos y soporte técnico para todas aquellas personas o empresas que tengan el interés de implementar este tipo de sistemas y se está exigiendo en edificios gubernamentales.
- En Mumbai se están desarrollando una serie de regulaciones para asegurar que el uso de sistemas para captar el agua de lluvia se aplique y a partir del 2002, se declaró obligatorio que las nuevas construcciones con un área de 1000 m² instalen este tipo de sistemas



Figura 1. 14 Captación de agua pluvial India

1.3.6 Captación de agua pluvial en Singapur

La tierra en esta isla asiática es escasa y cara, aproximadamente 86% de la población de Singapur vive en edificios de gran altura y se enfrentan a una demanda creciente de agua. Desde 1986, cuando se reconoció el grave problema de escases al que se enfrentaba el país, se están implementando esquemas para la captación de agua de lluvia. El promedio de lluvia anual en Singapur es de 2.400 mm y se está buscando que 50% de la superficie se utilice para captar el agua de lluvia.

Se está impulsando la recolección de agua de lluvia en diversas superficies, empezando por la utilización de los techos de los edificios altos, pero también se aprovechan las pistas del aeropuerto, los techos y estacionamientos de los complejos industriales e instituciones educativas, a continuación se observa en la figura 1.15 uno de los edificios en donde se realiza la captación.



Figura 1. 15 Captación de agua pluvial Singapur

El líquido es recogido y pasa a cisternas separadas, para ser aprovechado en usos no potables. Debido a que la mayoría de esta agua es captada en zonas urbanas existe un enorme control sobre la contaminación y se aplican tecnologías que aseguren su calidad.

El mayor esquema de captación agua se encuentra en el estuario Sungei, en la localidad de Sedar al noreste del país, con un área de captación de 3200 hectáreas, aquí el agua es recolectada y luego pasa por un sistema de purificación para distribuirla. Pero también existen otros ejemplos:

1.3.7 Aeropuerto Changi

Se implementaron sistema para captar el agua de lluvia que escurre por las pistas, las áreas verdes y los techos como en el aeropuerto de changi figura 1.16, que es almacenar en depósitos. El agua se utiliza principalmente para las reservas antiincendios y para los inodoros. La utilización del agua de lluvia ha reducido de un 28-33% el uso de agua en las instalaciones y ha generado un ahorro aproximado de 390000 dólares de Singapur.



Figura 1. 16 Aeropuerto Changi, Singapur

1.3.8 Captación de agua pluvial en Bangladesh

La recolección de agua de lluvia se ha desarrollado como una alternativa para tener un suministro de agua potable, ya que en algunas zonas las reservas de agua están contaminadas con arsénico. Desde 1997 a partir de un programa desarrollado por la ONG Foro para el Agua y Saneamiento, se han instalado en este país alrededor de 1000 sistemas de captación de agua pluvial, especialmente en zonas rurales. El agua recogida en tanques que pueden ser de 500 a 3.200 litros, se utiliza para beber, cocinar y ha tenido una gran aceptación por los residentes locales al ser considerada una fuente segura. Los estudios han demostrado que si el agua se mantiene bien almacenada y protegida puede durar hasta 4 o 5 meses sin que tenga índices de contaminación bacteriana. En los últimos años también se están emprendiendo campañas para recolectar el agua de lluvia en zonas urbanas y así garantizar el suministro doméstico.



1.4 Captación de agua pluvial en Oceanía

1.4.1 Captación de agua pluvial en Australia

En este enorme país viven dos situaciones distintas de falta de suministro por un lado en las zonas rurales, en donde la densidad de población es muy baja, el agua debe recorrer grandes distancias a través de kilómetros de tubería, haciendo que esta sea muy costosa o que en algunos lugares remotos no se suministre el servicio. Por lo tanto se ve al agua lluvia como una solución a la mano para los problemas de suministro.

Por otro lado, en las grandes urbes australianas están teniendo que enfrentar una crisis por falta de agua, el aumento de la población y el fracaso para aumentar las reservas, agravados por los efectos del cambio climático, están provocando que muchas ciudades se empiecen a quedar sin suministro. Esta situación está llevando a que limite el uso, sobre todo en lo que se refiere a riego de jardines o en el lavado de los coches. Lo cual junto con la conciencia por hacer algo, está llevando a que aumentado el interés de la población por la captación de agua de lluvia, incentivada por precios especiales y ayudas gubernamentales.

Además ante la escasez de agua, en gran parte del país la captación de agua de lluvia se ha convertido en un requisito y la instalación de tanques para almacenar el recurso pluvial es obligatoria en las nuevas construcciones. En algunos estados de Australia se han dado grandes pasos para promover una legislación que lleve a la eficiencia en el uso de agua, por ejemplo:

1.4.2 Victoria

Desde julio de 2005, las nuevas casas y departamentos deben cumplir con los requisitos de gestión del agua de lluvia señalados en los 5 Star standard: sistemas ahorradores de agua, tanque para captar agua pluvial que se puede utilizar en la descarga de escusados.

1.4.3 Sídney y Nuevo Sur Gales

Las regulaciones del Índice para Construcciones y Sustentabilidad (BASIX por sus siglas en inglés) proponen un 40% de reducción en el uso de agua de suministro público, para lo cual proponen la utilización de sistemas ahorradores y captación de agua de lluvia en tanques que se use para escusados y lavado de ropa. En los juegos olímpicos de Sídney 2000 se aplicaron sistemas de captación de agua de lluvia para su reuso en los escusados de la villa olímpica.

1.4.4 Costa de Oro

En los nuevos desarrollos, tanto casas como negocios, se exige tanques de 3,000 litros que deben estar conectados a las lavadoras de ropa y las llaves que se encuentran en el exterior. se muestra en la figura 1.17 un tanque de captación de agua pluvial.



Figura 1. 17 Captación de agua pluvial Australia

1.4.5 Queens land

En este estado se ofrece un descuento de 1500 dólares para las personas que instalen sistemas para la captación de agua de lluvia en sus casas.

1.5 Captación de agua pluvial en África

En el continente de grandes desiertos, cada vez se utilizan más sistemas para la captación de agua de lluvia aunque se enfrentan a algunos problemas como: precipitación estacional y más escasa que en otras partes del mundo, menor número y tamaño de las cubiertas impermeables, alto costo y dificultad para encontrar los materiales y mayores costos de la construcción e implementación de los sistemas. Sin embargo, la falta de agua en muchas zonas hace que esta sea una solución fundamental. En la figura 1.18 se muestra la instalación de los tanques de captación de agua.



Figura 1. 18 Captación de agua pluvial en África

1.5.1 Captación de agua pluvial en Kenia

Esta práctica se lleva a cabo en Kenia desde finales de 1970, se han construido miles de sistemas de captación promovidos por constructores locales llamados “fundis” que se encargan de diseñar distintas estrategias y retomar prácticas tradicionales para aprovechar el agua de lluvia.

Con una población de 25 millones de personas, sólo el 42% de kenianos tiene acceso al agua, lo que significa que 15 millones están excluidos de un suministro seguro y adecuado. Esta situación es especialmente preocupante en la región de Laikipia, en donde la precipitación anual se estima en 400 mm. Para esta comunidad se diseñó un programa para instalar tanques subterráneos como el que se observa en la figura 1.19, con capacidad para almacenar 100 m³ de agua que servirían para proveer, durante 4 meses, de 10 litros por persona al día.



Figura 1. 19 Laikipia, Kenia

1.5.2 Captación de agua pluvial en Zimbabue

Este país es generalmente pobre en términos de recursos hídricos. De hecho, la precipitación anual se estima en alrededor de 650 mm, la cual ocurre fundamentalmente entre los meses de noviembre y marzo, con el resto del año virtualmente seco. Para hacer frente a esta situación, los pobladores han utilizado tradicionalmente una técnica de captación denominada Fanya juus que, aunque originaria de Kenia, ha sido ampliamente utilizada. Ésta consiste en hacer canaletas de 50 a 60 cm de profundidad en la tierra que conducen a un sistema de almacenamiento que, a su vez, está conectado con cultivos locales para ser regados. Los sistemas de captación de agua de lluvia en este país, sean estos tradicionales o más sofisticados, se encuentran fundamentalmente relacionados con el uso agrícola ya que alrededor del 76% de los habitantes consideran esta actividad como su principal fuente de ingresos. [8]



Capítulo II

“Condiciones Actuales”

2.1 Lluvia en México

México es un país que recibe un alto porcentaje de agua de lluvia anualmente, sin embargo, gran parte de este recurso es desaprovechado. La precipitación anual es de 1,489 miles de millones de m³ (760 mm), de ésta se estima que 73.2% se evapora y regresa a la atmósfera, el 22.1% escurre por los ríos o arroyos y el 4.7% restante se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. Como se muestra en la en la figura 2.1 el agua pluvia no es utilizada de una forma adecuada.



Figura 2. 1 Estadísticas de agua pluvial

Si se aprovechara 72% de agua de lluvia que se evapora podría significar una mayor disponibilidad de agua para el suministro y la recarga de acuíferos sobre explotados.

La mayor parte de la lluvia ocurre en el verano, mientras que el resto del año es relativamente seco, el 67.3% de la precipitación normal mensual cae entre los meses de junio y septiembre. Y el reparto del recurso pluvial en el territorio es muy desigual, el país se puede dividir en dos grandes zonas: la zona norte, centro y noroeste, donde se concentra el 77% de la población, pero recibe el 31% del agua renovable; y la zona sur y sureste, donde habita el 23% de la población y percibe el 69% del agua renovable. Se observa que en general las cuencas situadas en el centro y norte del territorio tienen una baja disponibilidad natural de agua porque la precipitación media anual de estas regiones es menor a 500 mm, mientras que en las cuencas del sur oscila entre los 2,801 a 3,400 mm/año [4]



2.2 Resumen de precipitación en los últimos años en México

De acuerdo con los reportes mensuales elaborados por el Servicio Meteorológico Nacional, dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el año 2011 resultó más caliente y considerablemente más seco en comparación con los registros históricos de la República Mexicana.

Aunque algunos meses, destacadamente Junio, Julio y Agosto, registraron lluvias cercanas y hasta superiores al promedio histórico, el país en general sufrió durante este año una condición de escasez de lluvia que agrava la sequía que sufren algunas entidades, sobre todo en el norte del territorio.

Según los datos recopilados hasta finales de diciembre, 2011 se ubica como el decimotercer año más seco de la historia de México, con 697.1mm de lluvia. En la figura 2.2 se muestra el comportamiento del agua pluvial mes con mes del año 2011.

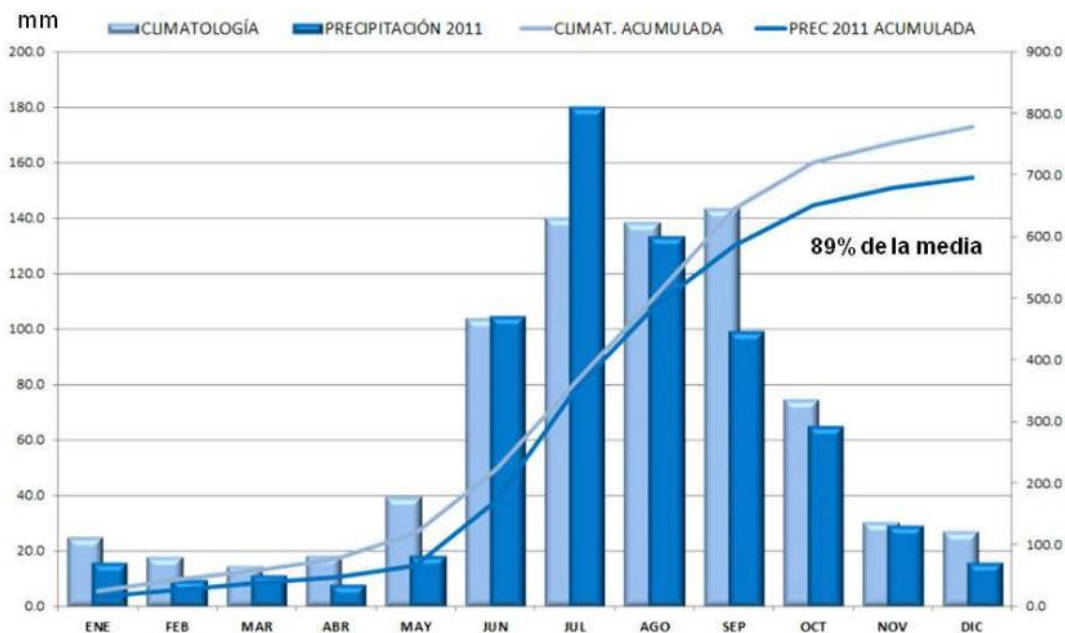


Figura 2. 2 Precipitación en el 2011

La cifra es 11 por ciento inferior al promedio histórico de precipitación, de 778.8mm; sin embargo, la desigual distribución resultó el problema fundamental, pues mientras algunos estados recibieron lluvia por arriba del promedio, en muchos más la cantidad fue inferior. Una “anomalía”, es decir, un nivel distinto a la media, se considera importante cuando rebasa el 15 por ciento; en 2011, 15 entidades federativas mostraron déficits de lluvia mayores a este porcentaje, mientras que solo tres registraron superávits superiores [4]

Los problemas comenzaron desde principios de año, pues en enero de 2011 se registró una lámina de lluvia de alrededor de 14.3mm a nivel nacional, con lo que estadísticamente se ubicó como el doceavo enero más seco desde 1941. Las lluvias se concentraron principalmente en la vertiente del Golfo de México y se asociaron a cuatro de los siete sistemas frontales que ingresaron al país en el periodo. En la figura 2.3 se muestra el comportamiento de la precipitación pluvial ente los años 1941 al 2011.

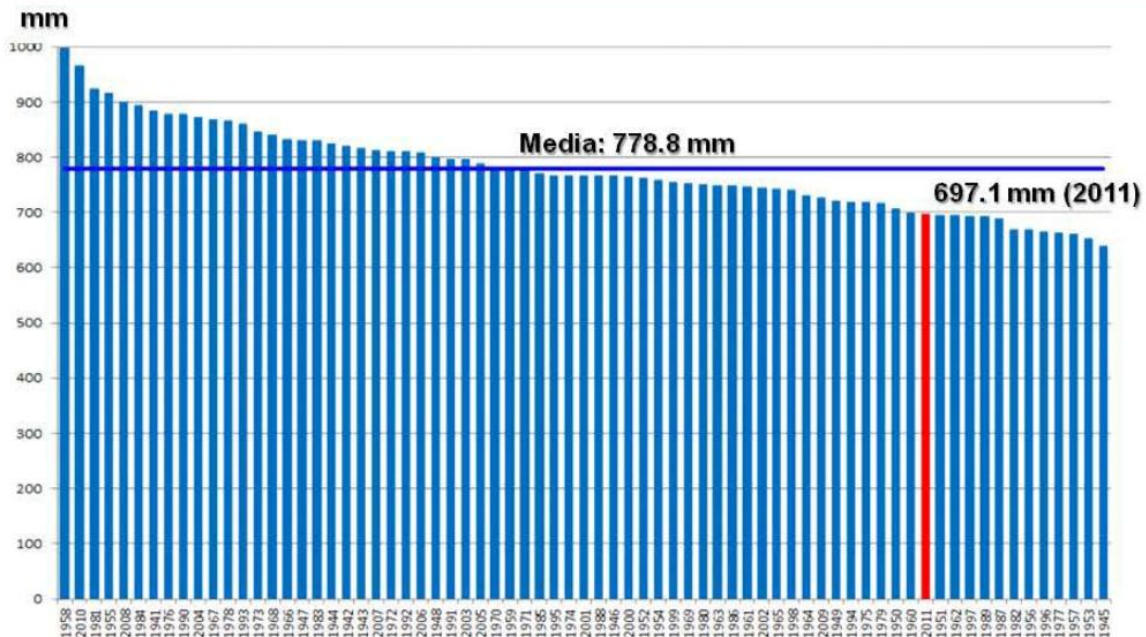


Figura 2. 3Precipitación en los últimos años en México

Con respecto a las temperaturas, éstas se mantuvieron cercanas al promedio; las masas de aire frío procedentes del Polo Norte ocasionaron, en comparación con diciembre del 2010, un mayor número de días con heladas, es decir, con temperatura mínima menor o igual a cero grados centígrados, en la Sierra Madre Occidental, Mesa del Norte y Mesa Central.[4]

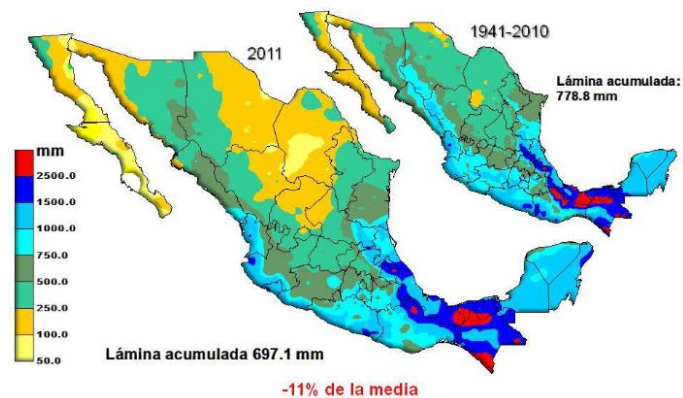


Figura 2. 4 Comparación de la precipitación de los últimos años en México

2.3 Agua de pluvial

Las propiedades físicas y químicas del agua de lluvia son generalmente superiores a las que presentan fuentes de agua subterránea que pueden ser más duras debido a los minerales que se encuentran en el subsuelo. El agua de lluvia es en teoría pura, sin embargo al caer se escurre a través de superficies arrastrando contaminantes que pueden ser tóxicos. Por ejemplo, en estudios realizados por Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha comprobado que en algunos techos tanto de zonas urbanas como rurales, se han registrado valores altos en plomo que se puede atribuir a la composición de los materiales con los que han sido elaborados. También algunos análisis han detectado niveles altos de coliformes totales y coliformes fecales, contaminación que puede ser producida por el excremento de las aves, roedores, etc.

Además en zonas urbanas con alto nivel de polución en el aire, la situación empeora ya que la atmósfera se contamina de los elementos como: 79% de nitrógeno, 21% de oxígeno y en menor cantidad otros gases o contaminantes naturales y/o producto de la actividad humana. A esto hay que sumarle que en las ciudades las superficies por las que escurre como calles o techos, tienen niveles más altos de químicos, hidrocarburos, basuras y otros contaminantes.

2.4 La lluvia ácida

La lluvia ácida es toda agua de lluvia cuyos valores de pH son inferiores a los de la lluvia normal. Y ¿qué es el pH? El pH es una escala que va de 0 a 14 y nos indica que tan ácida o alcalina es una sustancia, por ejemplo, como se indica en la figura 2.5, el agua pura tiene un valor de pH de 7, que se considera neutro; valores de pH menores a 7 son ácidos, como el jugo de limón que tiene un pH de 2.3, el vinagre al cual le corresponde un pH de 2.9 o el vino tinto cuyo valor de pH es de 3.8 y valores superiores a 7 se consideran alcalinos, por ejemplo, la sosa que tiene un valor de pH de 14, o bien la sangre humana con un valor de 7.3. [5]



Figura 2. 5 Escala de pH

2.4.1 Formación de la Lluvia Ácida

En la atmósfera se da una multitud de reacciones químicas, muchas de las cuales son producto de la actividad de los seres vivos (por ejemplo, la actividad bacteriana) o de la propia dinámica terrestre (por ejemplo, la actividad volcánica), lo que ocasiona que en un ambiente limpio la lluvia sea ligeramente ácida, por los compuestos que de forma natural se encuentran en la atmósfera (por ejemplo el dióxido de carbono CO_2) y se mezclan con el agua de lluvia, formando ácidos débiles que originan un valor normal de pH de 5.0 a 5.6 para el agua de lluvia.

Sin embargo, como puede observarse en la figura 2.6, debido principalmente a la quema de combustibles se lanzan a la atmósfera gases de dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x), los cuales reaccionan químicamente con el vapor de agua y otras sustancias de la atmósfera para formar ácido sulfúrico ($\text{H}_2\text{-SO}_4$) y nítrico (HNO_3), dos ácidos fuertes que cuando caen a la superficie mezclados con el agua de lluvia producen una disminución en el pH de la lluvia por debajo de 5.0, lo cual es conocido como lluvia ácida.

Tales reacciones pueden tomar horas o incluso días en llevarse a cabo, por lo que el viento puede acarrear esos contaminantes cientos de kilómetros antes de que caigan en forma líquida, ya sea como lluvia, niebla, nieve o granizo (depósito húmedo) o en forma de partículas y polvos (depósito seco) que se adhieren a las superficies. La lluvia ácida o depósito ácido es por lo tanto, una consecuencia directa de los procesos de auto limpieza de la atmósfera.[5]

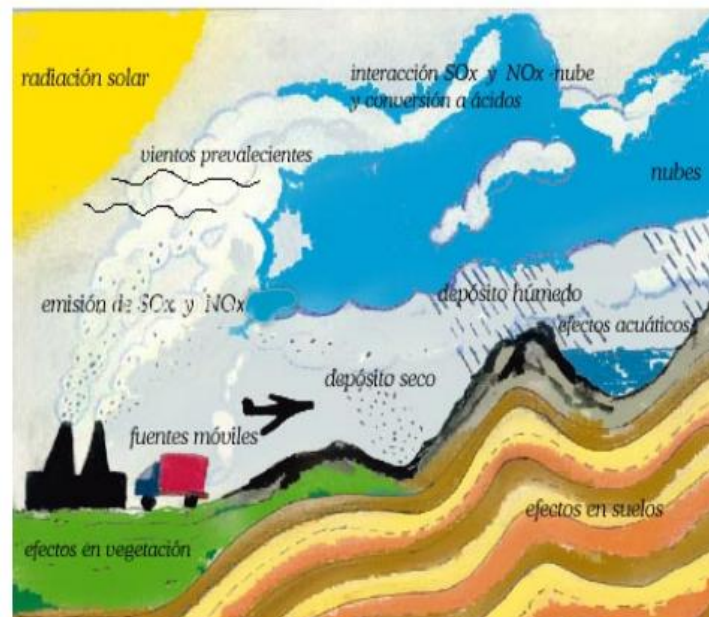


Figura 2. 6 Formación de Lluvia acida

2.4.2 Efectos de la lluvia acida

2.4.2.1 Ríos y lagos

Los efectos nocivos que la lluvia ácida ocasiona sobre las áreas naturales son muy diversos y dependen del tipo de ecosistemas; así por ejemplo, en ríos y lagos, éste fenómeno ha provocado una acidificación de sus aguas, dañando a plantas y animales que las habitan, y en casos extremos, se produce una aniquilación completa de especies sensibles a la acidez del agua como se muestra en la figura 2.7



Figura 2. 7Efectos de la lluvia ácida en cuerpos de agua

2.4.2.2 Bosques

En los ecosistemas terrestres, los daños ocasionados por la lluvia ácida, afectan principalmente a las plantas, ocasionando en algunas especies sensibles, lesiones y caída de las hojas, sin embargo, usualmente la lluvia ácida no acaba con la vegetación directamente sino que actúa de manera gradual como se muestra en la figura 2.8, haciendo más lento su crecimiento y favoreciendo el ataque de plagas y enfermedades.



Figura 2. 8 Efectos de la lluvia ácida en bosques

2.4.2.3 Suelo

La lluvia ácida empobrece los suelos, tanto de bosques, como de zonas de cultivo, ya que a su paso por éstos, lava los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, al tiempo que libera elementos tóxicos, como el aluminio y el magnesio, que se acumulan en sus tejidos y acaba con microorganismos útiles en los procesos de formación, descomposición y nutrición del suelo como se muestra en la figura 2.9. [5]



Figura 2. 9 Efectos de la lluvia ácida en suelos

2.4.2.4 Salud

No se ha demostrado aún que la lluvia ácida ocasione efectos directos nocivos en los seres humanos; para que esto sucediera tendrían que presentarse valores de pH en el agua de lluvia muchísimo más bajos de los que actualmente se registran.

Los riesgos potenciales a la salud se encuentran más bien en los contaminantes precursores de la lluvia ácida, es decir, en los óxidos de nitrógeno (N_xO_y) y de azufre (SO_y), ya que estudios realizados en otros países han mostrado que exposiciones continuas a estos contaminantes pueden provocar y agravar enfermedades respiratorias y del corazón.



Figura 2. 10 Efectos de la lluvia ácida en la salud

2.4.3 Monitoreo de la lluvia acida

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, el estudio de lluvia ácida inició en 1987. Desde entonces se efectúan mediciones de la acidez del agua de lluvia y de los parámetros químicos: conductancia específica, sulfatos (SO_4), nitratos (NO_3), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg), que son los que tienen mayor representatividad en la química del agua.

Asimismo, se analizan algunos elementos biológicos presentes en el agua de lluvia como algas, hongos y quistes, elementos que pueden modificar la composición del agua de lluvia, además de que pueden presentar riesgos a la salud humana.

En la figura 2.11 muestra los sitios de monitoreo donde se realizan muestreos semanales del agua de lluvia en 16 sitios del Valle de México que abarcan zonas urbanas, agrícolas y de conservación ecológica [5].

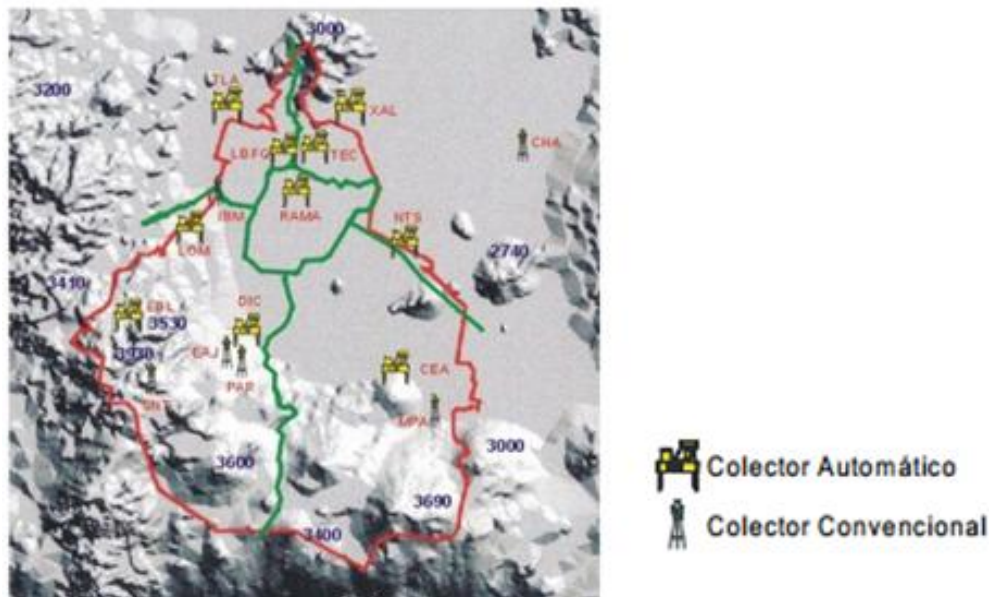


Figura 2. 11 Sitios de monitoreo de lluvia ácida en el D.F. y área metropolitana

La infraestructura del Programa de Precipitaciones Ácidas de la zona metropolitana de la Ciudad de México está constituida por:

2.4.3.1 Colectores convencionales

Son colectores sumamente simples que captan el agua de lluvia junto con los polvos atmosféricos y consisten de un embudo acoplado a una botella, la cual se encuentra sostenida por una base de metal.

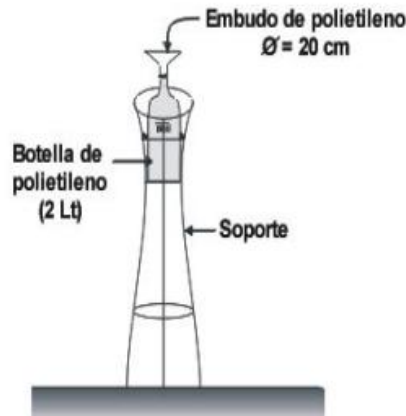


Figura 2. 12 Colector convencional

2.4.3.2 Colectores automáticos

Son instrumentos encargados de coleccionar el agua de lluvia (depósito húmedo) y los polvos (depósito seco) por separado. Estos colectores tienen cuatro componentes principales:

- (1) Un sensor capaz de detectar el inicio y fin de un evento de lluvia.
- (2) Un mecanismo que permite mover el techo de dos aguas en respuesta al sensor.
- (3) Un techo de dos aguas móvil para tapar y sellar las cubetas.
- (4) Un par de cubetas colectoras, una para el agua de lluvia y otra para el polvo.

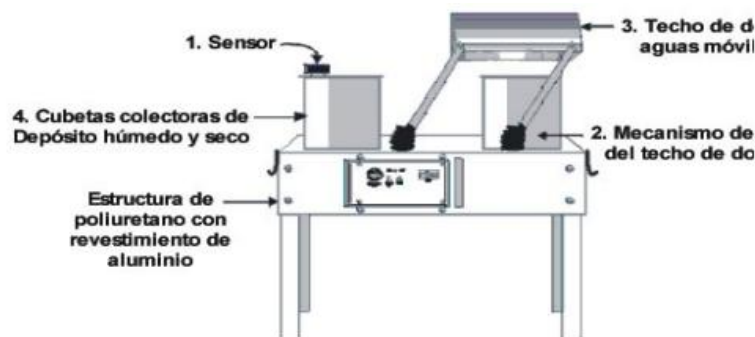


Figura 2. 13 Colector automático

2.4.4 Resultados obtenidos por el Programa de Precipitaciones Ácidas en la ZMCM

El valor mínimo histórico de pH registrado por el Programa de Precipitaciones Ácidas en la ZMCM se obtuvo en 1997 con un valor de pH de 3.38, el cual tiene diez veces menor acidez que la del jugo de limón. Este valor es 9.5 veces menos ácido que el registrado en Escocia en 1974 (pH 2.74) o 4.8 veces menos ácido que el detectado en Sao Paulo, Brasil en un estudio realizado de 1983 a 1985 (pH= 2.7). Los valores de pH mínimos, máximos y promedios ponderados, en la Ciudad de México de los años 1987 a 2011 se presentan en la siguiente gráfica: [5]

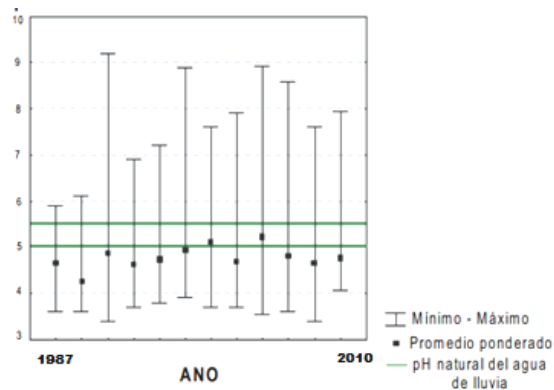


Figura 2. 14 pH histórico. Período 1987 – 2010

2.5 Instalaciones

El proyecto se aplicará en el Instituto Politécnico Nacional. En la figura 2.15 podemos observar las instalaciones del Instituto donde no se cuenta con ningún sistema de captación de agua pluvia, sin embargo el proyecto se efectuará solo en las instalaciones de Pesados 1.

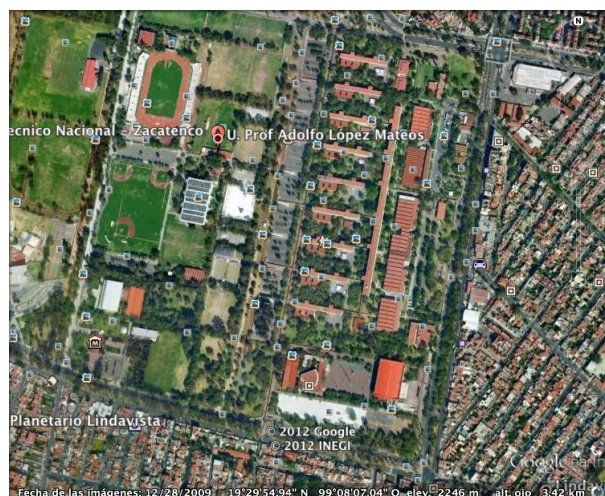


Figura 2. 15 Instituto Politécnico Nacional

Al observar el área de Pesados 1, como se muestra en la siguiente figura 2.16, notamos que el área es adecuada para realizar el proyecto, ya que el agua pluvial se podrá almacenar de forma sencilla debido a las características del lugar.

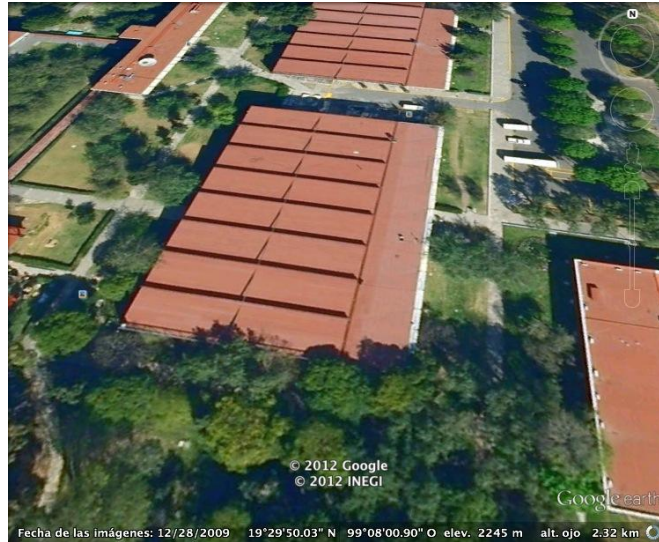


Figura 2. 16 Pesados 1

De igual manera al observar los planos del lugar, podemos observar el área en cual captaremos el agua, que cuenta con medidas de 36.11m de ancho y 72m de largo la cual forman un área de 2065.3365m^2 aproximadamente como se muestra en la figura 2.17



Figura 2. 17 Plano Planta Baja



2.5.1 Área de captación de agua pluvial.

Las condiciones del techo donde se hará la captación de agua son adecuadas ya que el techo del edificio pesados 1 cuenta con 8 inclinaciones en toda su área, esto ayuda al escurrimiento del agua pluvial, el cálculo del área de captación de agua de lluvia se logró revisando los planos de la construcción mostrados anteriormente.

Aquí se tuvo cuidado de medir únicamente las áreas en donde se podrá recolectar el agua y enviarla a la cisterna o zona de almacenamiento para después ser transportada por las canaletas que se encuentra ya instalados. En la imagen 2.19 se muestra las inclinaciones con que cuenta el área de captación de agua.



Figura 2. 18 Inclinaciones del techo

2.5.2 Canales y tuberías para la conducción del agua

El techo del laboratorio de pesados 1 se encuentra ya un diseño específico de salidas y canales para desahogar el agua de lluvia hacia el drenaje, esto será aprovechado y reestructurado para los fines del sistema de captación, en ese sentido el sistema necesita centralizar en algún punto el volumen del agua que recibe el área de captación. Para lo cual las canaletas deberán coincidir por medio de nuevos tramos de tubo y conexiones que concentren y dirijan el flujo del agua a los elementos de almacenamiento primario y de filtración y tratamiento. En la imagen 2.20 se muestran los canales y tubos del edificio.



Figura 2. 19 Cales y tuberías del edificio

2.5.3 Cisterna de almacenamiento de agua captada

El depósito donde se almacenará el agua captada en el edificio como se muestra en la imagen 2.21, se encuentra a un costado del mismo, cuenta con una capacidad de 50,000 litros. Esta cisterna nos ayudará a poder contener el agua y así proceder a su tratamiento.



Figura 2. 20 Cisterna de laboratorios pesados

2.5.4 Cisterna de almacenamiento del agua tratada.

El depósito donde se almacenará el agua es una cisterna enterrada con una capacidad de 800,000 litros que se encuentra a 28 metros de laboratorio de pesados 1 donde se hará la captación del agua pluvial, ya que esta cisterna es la que suministra de agua a los laboratorios de pesados 1, pesados 2, y la Dirección de Administración Escolar (DAE). En la imagen 2.22 se muestra la cisterna.



Figura 2. 21 Cisterna de almacenamiento

Capítulo III

“Diseño Físico”

3 Construcción del sistema de Captación en el Área de Pesados 1

En este capítulo se trata sobre la construcción del sistema de captación de agua pluvial y su tratamiento en el área de pesados 1, ya que en el proyecto no se hará las modificaciones reales en las instalaciones si no se harán sobre un prototipo o maqueta se representarían los cálculos de las dos instancias a una escala de 1 a 10.

En la figura 3.1 se muestra un esquema de las principales componentes con el que contara el sistema de captación en el prototipo.

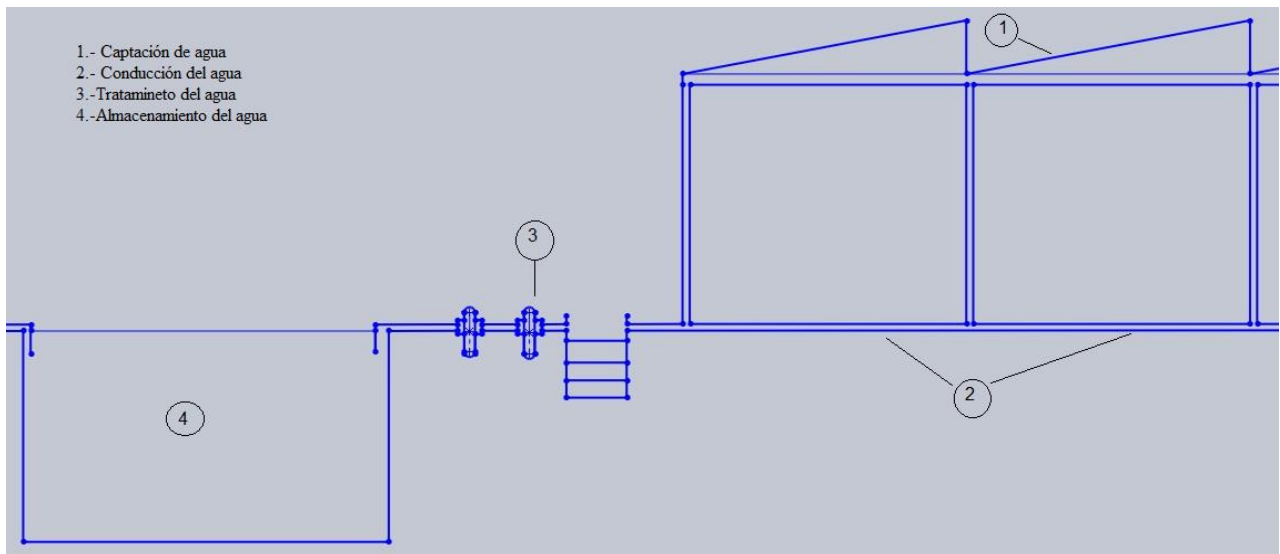


Figura 3. 1 Principales componentes del sistema de captación

3.1 Cálculo de precipitación pluvia anual neta

Una vez que se tengan los datos de precipitación media anual, se puede calcular la cantidad de agua (promedio) que se puede recolectar en un año con la siguiente fórmula:

$$V_{aa} = C_e + A \times C_{II} \quad (1)$$

Vaa: Volumen de agua (L/año)

Ce: coeficiente de escurrimiento

A: Área de captación de agua pluvia (m²)

CII: cantidad de lluvia (L/año/m²)

$$V_{aa} = 0.90 \cdot 2605.3365 \text{m}^2 + \frac{778.8 \text{L}}{\text{año}} / \text{m}^2 \quad (2)$$



$$V_{aa} = 1826132.45956 \text{ L/Año} = 1826.13245 \text{ m}^3 \quad (3)$$

Algunos datos sobre la tarifa de agua en el DF

- El Distrito Federal posee las tarifas más económicas del país; en zonas bajas el precio es de dos pesos por cada mil litros y en áreas altas, nueve pesos por el mismo número de litros.

Tomando en cuenta que en la delegación Gustavo A. Madero es una zona alta se podría ahorrar:

$$1000 \text{ L} = 9 \text{ pesos} \quad \therefore 1826132.45956 \text{ L} = 16435.1921 \text{ pesos} \quad (4)$$

El valor C_e es un coeficiente de escurrimiento aproximado, y representa la cantidad de agua que se pierde (aprox. 20%) antes de llegar a la cisterna (por evaporación, infiltración, etc.). Evidentemente, este valor dependerá de factores como la temperatura promedio, vientos, tipo de superficie y de impermeabilizante.

Sin embargo, 20% es un buen criterio de diseño que funciona para la mayoría de los casos. Cabe recordar que la captación de agua pluvial no es un arte preciso, y nos debemos conformar con datos aproximados.

A continuación se muestra en la tabla 1 de diferentes coeficientes de escurrimiento de los materiales del área de captación, el cual varía de 0.0 a 0.9 [3]

Tipo de captación	C_e
Cubiertas superficiales	
Concreto	0.6 – 0.8
Pavimento	0.5 – 0.6
Geomembrana de PVC	0.85 – 0.90
Azotea	
Azulejos, teja	0.8 - 0.9
Hojas de metal acanaladas	0.7 – 0.9
Orgánicos (hojas con barro)	<0.2
Captación en tierra	
Suelo con pendientes menores al 10%	0.0 – 0.3
Superficies naturales rocosas	0.2 – 0.5

Tabla 1 Coeficientes de escurrimiento



En tabla 2 se muestra un análisis del volumen del agua de lluvia captado en litros, con relación al área de captación y precipitación pluvial promedio. Se han hecho algunas consideraciones para su utilización, tomando en cuenta precipitaciones pluviales promedio de 1, 10, 100, 1,000, 2,000 y 3,000mm y áreas de captación de 1 hasta 10,000 m² en múltiplos de 50 m²

De esta forma, se puede obtener el volumen del agua de lluvia a captar para cualquier condición, mediante las sumas correspondientes a las intersecciones de precipitación contra el área de captación. Si por ejemplo, se tiene una área de captación de 1 metro se cuenta con una precipitación de 110 mm, el volumen de agua captado es de 110 L, que se obtiene de sumar el valor correspondiente a las intersecciones de la hilera del área de captación correspondiente a 1 metro con la precipitación de 10 mm (10LI) más la de 100 mm (100 L). Para encontrar el volumen real de agua captada, el valor que se ha determinado en la tabla 2, debe ponderarse con la eficiencia en la captación del agua de lluvia. [3]

Área de captación (m ²)	Precipitación pluvial promedio (mm)					
	1	10	100	1,000	2000	3000
1	1	10	100	1,000	2,000	3,000
10	10	100	1,000	10,000	20,000	30,000
50	50	500	5,000	50,000	100,000	150,000
100	100	1,000	10,000	100,000	200,000	300,000
50	150	1,500	15,000	150,000	300,000	450,000
200	200	2,000	20,000	200,000	400,000	600,000
250	250	2,500	25,000	250,000	500,000	750,000
300	300	3,000	30,000	300,000	600,000	900,000
3500	3,500	35,000	350,000	3,500,000	7,000,000	10,500,000
4000	4,000	40,000	400,000	4,000,000	8,000,000	12,000,000
4500	4,500	45,000	450,000	4,500,000	9,000,000	13,500,000
5000	5,000	50,000	500,000	5,000,000	10,000,000	15,000,000
5500	5,500	55,000	550,000	5,500,000	11,000,000	16,500,000
6000	6,000	60,000	600,000	6,000,000	12,000,000	18,000,000
6500	6,500	65,000	650,000	6,500,000	13,000,000	19,500,000
7000	7,000	70,000	700,000	7,000,000	14,000,000	21,000,000
7500	7,500	75,000	750,000	7,500,000	15,000,000	22,500,000
8000	8,000	80,000	800,000	8,000,000	16,000,000	24,000,000
8500	8,500	85,000	850,000	8,500,000	17,000,000	25,500,000
9000	9,000	90,000	900,000	9,000,000	18,000,000	27,000,000
9500	9,500	95,000	950,000	9,500,000	19,000,000	28,500,000
10000	10,000	100,000	1,000,000	10,000,000	20,000,000	30,000,000

Tabla 2 Volumen del agua de lluvia captado en litros, con relación al área de captación y precipitación pluvial promedio

En la tabla 3 se muestra el método gráfico para calcular el potencial de captación del agua de lluvia [3]

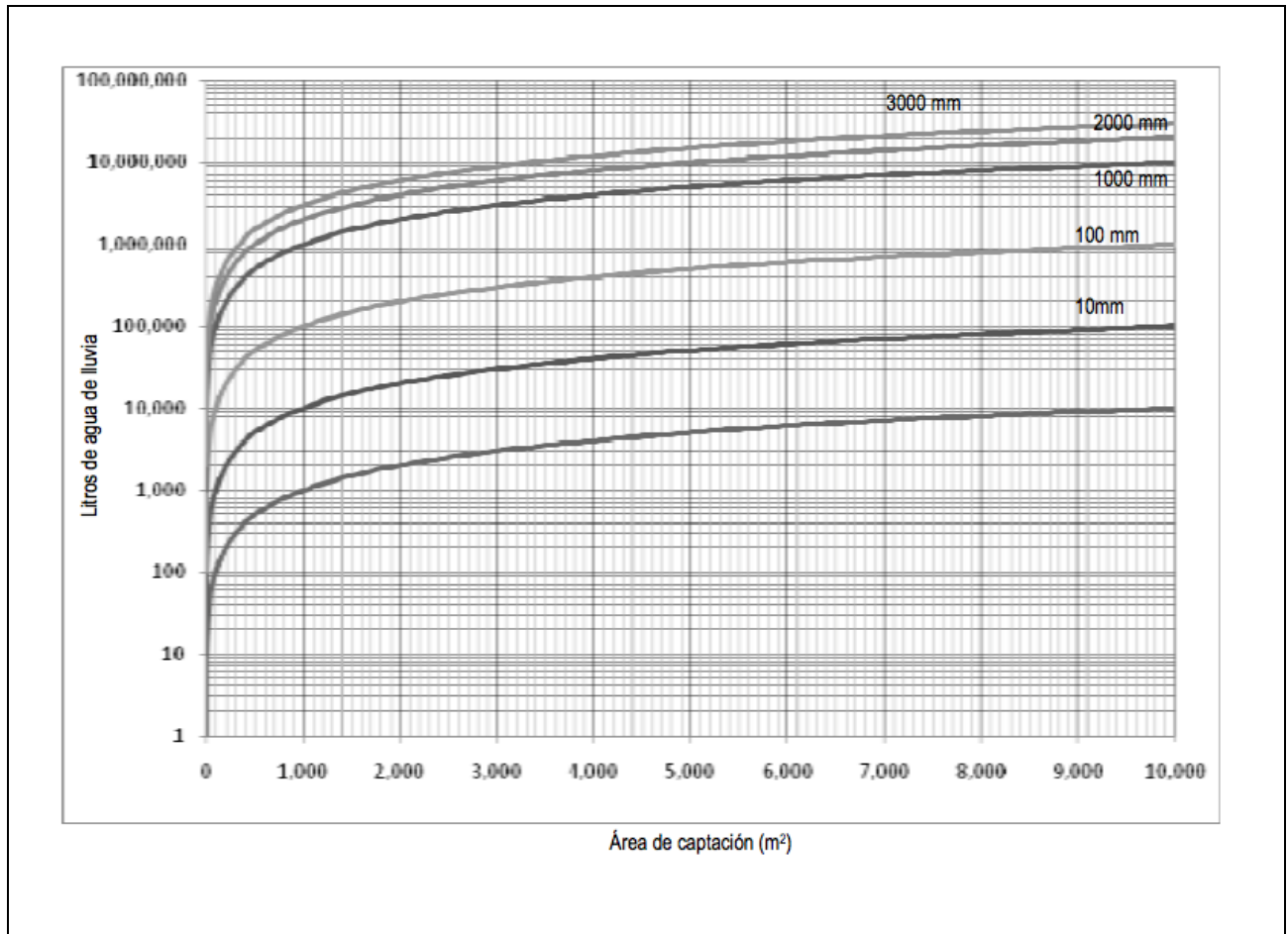


Tabla 3 Método gráfico del cálculo de precipitación

3.2 Determinación de la demanda de agua

La demanda o dotación por persona, es la cantidad de agua que necesita una persona diariamente para cumplir con las funciones físicas y biológicas de su cuerpo. Además, considera el número de habitantes a beneficiar.

En el Distrito Federal el consumo de agua es en promedio de 171 litros por persona al día; Se calcula que en los grupos de mayores ingresos se incrementa a 600 litros y que se reduce a sólo 20 litros por persona al día en los estratos de ingresos más bajos, que suman decenas de miles de ciudadanos. Sin embargo, el consumo básico debe ser de 50 litros por persona [2].



Ya que el proyecto se realizara en el laboratorio de pesados 1 que se encuentra ubicado en las instalaciones de ESIME Zacatenco nuestro día de 24 horas se trasforma en 10 horas que son las hábiles en las instalaciones así que:

$$24h = 50L/día \therefore 10h = 20.83L/día \cong 21L/día \quad (5)$$

Tomando en cuenta que el año tiene 365 días, menos 185 días de suspensión de labores según el calendario de IPN (contemplando días festivos, vacaciones, sábados y domingos) quedan 185 días hábiles donde se hace uso del agua, así que una persona gasta al año:

$$185 \text{ días} * 21L/día = 3885L/año \quad (6)$$

Así que el consumo básico de una persona es de 3885 litros de agua al año en horas de clase, y tomado en cuenta que hay 17 laboratorios en pesados 1 y cada laboratorio es para un promedio de 30 personas y haciendo una relación con los horarios se aproxima que 400 alumnos pueden hacer uso del agua al día, más el personal docente que en promedio son 100 personas, existe un promedio de 500 personas al día que puede utilizar el agua por lo tanto:

$$500 \text{ personas} * 3885L/persona = 1942500L \quad (7)$$

Si se genera 1826132.45956 litros al año por la captación de agua en pesados 1 y el gasto anual de agua en la misma instalación es de 1942500 litros entonces se puede sostener el consumo del agua por 11.28 meses con la captación del agua lluvia como se muestra en la siguiente formula

$$\frac{1826132.45956L}{1942500L} = 0.94001 = 12 \text{ meses} \therefore 0.9400 = 11.28 \text{ meses} \quad (8)$$

El área de captación de agua del prototipo se hará de lámina galvanizada con una altura de 60cm para representar dos bajas del techo como se muestra en la siguiente figura 3.2



Figura 3. 2 Techo del prototipo

3.3 Cálculo de conducción del agua (Canaleta y bajadas)

3.3.1 Condiciones Reales

Las canaletas con las que cuenta el edificio de pesados 1 son de PVC que son más resistentes a los impactos que las de metal, y se caracterizan por su fácil instalación y mantenimiento, ésto debido a la cantidad de piezas con las que se cuenta.

Como la superficie de captación es demasiado grande las canaletas cuenta con un diámetro capaz de permitir el paso fluido del agua, sin provocar encharcamientos en el techo, Las tuberías más comunes para grandes volúmenes recolectados van desde los 11 centímetros (4.5 pulgadas aprox.) en adelante.

Ya que el edificio cuenta con las canaletas y bajadas no es necesario calcularlas, sin embargo una de las modificaciones que se le haría al edificio, en la parte de las canaletas sería agregarle una malla para que detengan basura, sólidos y hojas, esto para evitar la obstrucción del flujo en la tubería de conducción como se muestra en la figura 3.3; así mismo, realizar en los techos labores de limpieza a inicio de la época de lluvias.

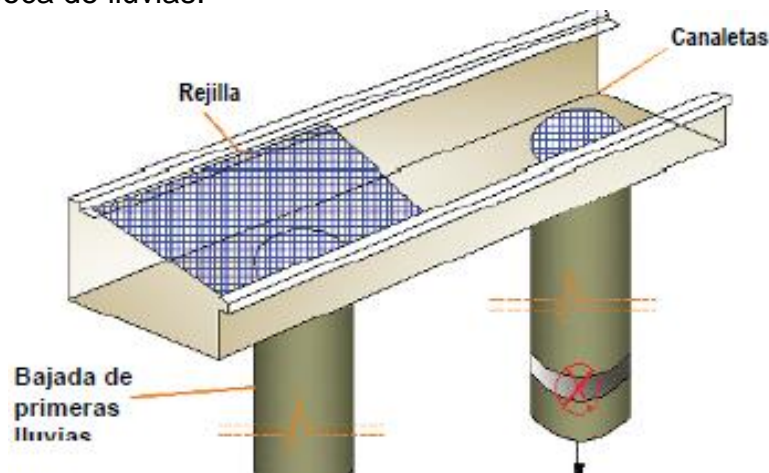


Figura 3. 3 Canaleta con malla

Otra modificación que se le haría a las instalaciones con respecto a las bajadas, sería la unión de cada una de ellas con conectores tipo “T” de 4” de diámetro, codos de las mismas dimensiones para su conducción al área de tratamiento y una válvula de globo de 3 vías de acero inoxidable para la selección hacia el depósito o al drenaje según las condiciones de operación, en la figura 3.4 se muestra la válvula antes mencionada.



Figura 3. 4 Electro válvula de 3 vías



Para la selección de la electroválvula se tuvo que calcular el flujo que pasara a través de ella con ayuda de la siguiente fórmula:

$$Q_c = \frac{5}{18} (A_{ec} + L \text{ lluvia}) \quad (9)$$

En donde:

Q_c = caudal de conducción, lps,

$5/18$ = Factor de conversión de $m^3 h^{-1}$ a lps,

A_{ec} = es el área efectiva de captación del agua de lluvia, m^2 ,

$L \text{ lluvia}$ = es la intensidad máxima de lluvia

$$Q_c = \frac{5}{18} \left(2605.3365 m^2 * \frac{0.0119 m}{h} \right) = 35.46 lps \quad (10)$$

3.3.2 Condiciones del prototipo

Tomando en cuenta la escala de 1 a 10 se tomó una canaleta de 1 pulgada con malla para eliminar los sólidos más grandes y bajadas de PVC de ½ pulgada conectadas entre sí con conectores tipo "T" o codos para su conducción al área de tratamiento como se muestra en la figura 3.5.



Figura 3. 5 Canaleta y bajadas del prototipo

Para realizar la simulación de la válvula de 3 vías se utilizó desviador de fluidos regadera teléfono con un actuador universal para seguros eléctricos de automóvil como se muestra en la figura 3.6.



Figura 3. 6 Electro válvula del prototipo

3.4 Tratamiento de Agua Captada

3.4.1 Condiciones Reales

En el tratamiento se realiza un estudio físico y químico del agua de lluvia captada para determinar unidades de turbidez, niveles de Sólidos Disueltos Totales (TDS) y pH. De ello depende instalar equipos para cumplir con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994 SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION" [11] como se muestra en la tabla 4.

Características	Limite permisible
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platina-cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptara aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológica o química)
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelometrías (UTN) o su equivalente en otro método.

Tabla 4 Características físicas, organolépticas



3.4.1.1 La Filtración Lenta en Arena (FLA).

Uno de los filtros que se utilizará para el tratamiento del agua captada será Filtración Lenta en Arena (FLA), ya que es un sistema que, con una sola operación, purifica el agua para consumo humano, también conocida como filtración biológica; en ella se dan fenómenos de naturaleza física y bio-química, favorecidos por el empleo de bajas tasas de filtración, permiten la formación y el establecimiento de una biocapa en la que los microorganismos descomponen la materia orgánica, formada por una capa fina y activa de algas, plancton, bacterias y otros organismos vivos sobre la superficie del banco de arena comúnmente llamada “techo de fango” o “piel de filtro”, el cual se forma en los primeros 10-20 días de operación. De esta forma, aquellas aguas que tengan un aspecto turbio, podrán ser pasadas por materiales filtrantes y lograr mediante ese proceso mejores condiciones.

Durante el proceso, las impurezas entran en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química biológica que reducen la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución o permanecen como material inerte hasta un subsecuente retiro o limpieza.

En la filtración biológica, bajo condiciones adecuadas de operación, se remueve hasta el 100% de bacterias y virus en el agua; de la misma manera, los niveles de remoción de materia orgánica, turbiedad, color, hierro, etc., son significativamente altos y por esta razón, se ha constituido en un método de potabilización de agua seguro, económico y confiable, no sólo para poblaciones pequeñas, medianas y de uso unifamiliar, sino para grandes ciudades como Londres y Moscú, que han comprobado desde hace mucho tiempo la eficacia de la Filtración Lenta en Arena para suministrar agua potable a toda la comunidad.

Características sobresalientes de los filtros lentos de arena:

- Para que un filtro nuevo pueda eliminar bacterias y virus deberá ponerse a funcionar (de 2 a 3 semanas) antes de que esta cualidad se desarrolle.
- El filtro no debe usarse como recipiente para el almacenamiento de agua.
- Alrededor del tubo de drenaje, en el fondo del tanque, se colocan 8 cm de grava, sobre ésta se colocan 5 cm de gravilla o arena gruesa y sobre ésta, 50 cm de arena fina como se muestra en la figura 3.7
- Para mantener siempre húmedo el material filtrante, la salida del tubo por el que se sirve el agua filtrada deberá estar por lo menos 5 cm más alto que el nivel superior de la arena.
- El agua filtrada puede adicionalmente ser desinfectada por medio de la aplicación de cloro.
- Cuando la velocidad de la salida del agua disminuye demasiado, es tiempo de darle mantenimiento.

- Solo funcionan adecuadamente con agua de baja turbiedad (entre 20 y 30 UNT).
- La actividad biológica se extiende hasta unos 0,4 m de profundidad.[9]



Figura 3. 7 Filtración lenta en arena

La filtración lenta en arena Requieren una área entre 0,02 y 0,08 m² por persona tomando en cuenta que las personas con la que cuenta la instalación es de aproximadamente 500 personas. Por lo tanto el filtro tendrá un área de 10 m²

3.4.1.2 Filtro pulidor

Este filtro da claridad y brillantez al agua, reteniendo partículas de hasta 5 micras. El agua pasa a través del filtro y retiene partículas de hasta 5 micras. El cambio del cartucho filtrante se debe hacer cada 4 o 6 meses de uso o cuando el flujo de agua disminuye considerablemente.

Componentes:

- Porta filtro sintético.
- Cartucho filtrante intercambiable de 5 micras de retención.



Figura 3. 8 Filtro pulidor

3.4.1.3 Filtro de Carbón Activado

Estos equipos están especialmente diseñados para poder remover el cloro y la materia orgánica que es la causante del mal olor, color y sabor en el agua.

También remueve orgánicos como fenoles, muchos pesticidas y herbicidas del agua. La activación del carbón produce una excelente superficie de filtración y le permite al carbón activado tener una gran capacidad de absorción de impurezas del agua. La absorción es el proceso mediante el cual la materia se adhiere a la superficie de un absorbente, en este caso el carbón activado. La absorción ocurre porque las moléculas tienen fuerzas de atracción, estas moléculas están buscando otras a las cuales adherirse.

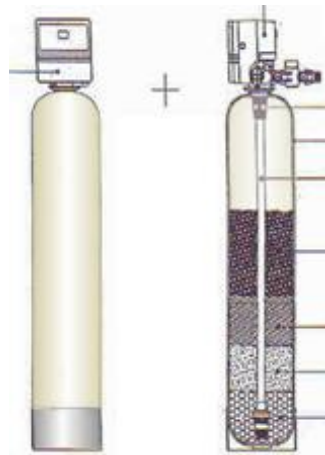


Figura 3. 9 Filtro de carbón activado

3.4.2 Condiciones del Prototipo

En este caso para hacer el tratamiento en el prototipo se utilizara una Filtración Lenta en Arena construido con un porta filtro de 10" Conexión 1/2" con grava, gravilla y arena en su interior como se puede ver en la figura 3.10.



Figura 3. 10 Filtración lenta en arena del prototipo

La filtración se llena por tres capas la primera es de grava, sobre ésta se colocó la segunda capa de de gravilla o arena gruesa y sobre ésta la tercer capa de arena fina, dejando en la parte superior un espacio libre para la entrada del agua como se muestra en la figura 3.11.

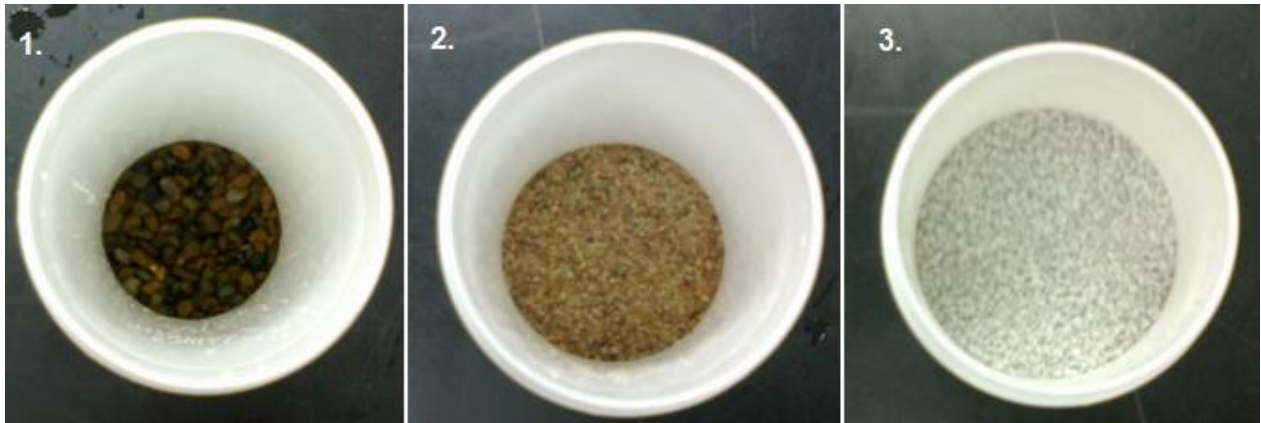


Figura 3. 11 Construcción del filtro FLA

Se utilizó un filtro de carbón activado de tipo bloque 10" conexión ½" y un filtro pulidor de 10 micras 10" conexión ½", como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3. 12 Filtros de carbón activado y pulidos del prototipo



3.5 Desinfección

La desinfección se refiere a la eliminación de microorganismos vivos patógenos (que pueden causar enfermedades) como por ejemplo algas, hongos, parásitos, bacterias y virus. Es necesario, por ende, desinfectar el agua con pasos adicionales, generalmente después de la filtración fina o directamente en la cisterna, sobre todo si va a ser consumida por seres humanos o animales. Si va a ser aplicada exclusivamente para riego, o para otros usos que no impliquen contacto humano, la desinfección puede ser menor o nula.

En la tabla 5 siguiente se muestra un rango para la cantidad de cloro a emplear según el volumen de litros de agua a desinfectar [10].

Volumen (litros)	Cloro (cm3)	Cloro (Litros)
265	13	0.013
531	27	0.027
796	40	0.040
1062	53	0.053
1327	66	0.066
1593	80	0.080
1858	93	0.093
2124	106	0.106
2389	119	0.119
2655	133	0.133
2920	146	0.139
3186	173	0.146
3451	186	0.159
3717	199	0.173
3982	212	0.186
4247	226	0.199
4513	239	0.212
4778	252	0.226
5044	265	0.239
5309	279	0.252
5575	292	0.265
5840	305	0.279
6106	319	0.292
6371	332	0.305
6637	345	0.319
6902	358	0.332

Tabla 5 Cantidad de cloro por litro de agua

Para el sistema de almacenaje se necesita clorar con 40 litros acorde con la tabla 5 y con el cálculo siguiente

$$\text{Cantidad de cloro} = \frac{800000\text{L de agua} \times 0.5\% \text{ de cloro}}{100000\text{L de agua}} = 40.00 \text{ L de cloro} \quad (11)$$

3.5.1 Desinfección caso real

Teniendo que para el caso real de la bomba dosificadora se usará la bomba dosificadora alpha c de membrana ya que de acuerdo a los cálculos anteriormente descritos esta puede suministrar la cantidad requerida sin ningún tipo de esfuerzo.



Figura 3. 13 Bomba dosificadora industrial

3.5.2 Desinfección en prototipo

Por lo cual en el prototipo utilizaremos una bomba dosificadora de uso automotriz como la que nos servirá de ejemplo para poder ver las funciones de cloración de nuestro proceso. A continuación mostraremos la bomba.



Figura 3. 14 Bomba dosificadora de uso automotriz

3.6 Cisterna de almacenamiento

3.6.1 Condiciones Reales

Después del tratamiento del agua se manda a la cisterna que en este caso ya se encuentra elaborada de cemento, estas cisternas son las más simples y comunes en México y son construidos con arcilla horneada y arena cementada, entonces no se necesita hacer el cálculo de esta en esta zona en donde se hará en monitoreo de las características principales del agua como son el pH y la turbidez además de realizar la cloración con una bomba dosificadora con la cantidad de cloro antes calculada.



Figura 3. 15 Cisterna de pesados 1

3.6.2 Condiciones del Prototipo

El almacenamiento del agua se hará en un recipiente para visualizar nuestra agua tratada y ahí mismo realizar en monitoreo de las características principales como es el pH.



Figura 3. 16 Cisterna del prototipo

3.7 Diseño del prototipo

El diseño del prototipo se realizó con ayuda del programa de SolidWorks para poder visualizar todas las etapas físicas del proceso de captación de agua pluvial como son:

1. Captación
2. Conducción
3. Tratamiento
4. Almacenaje

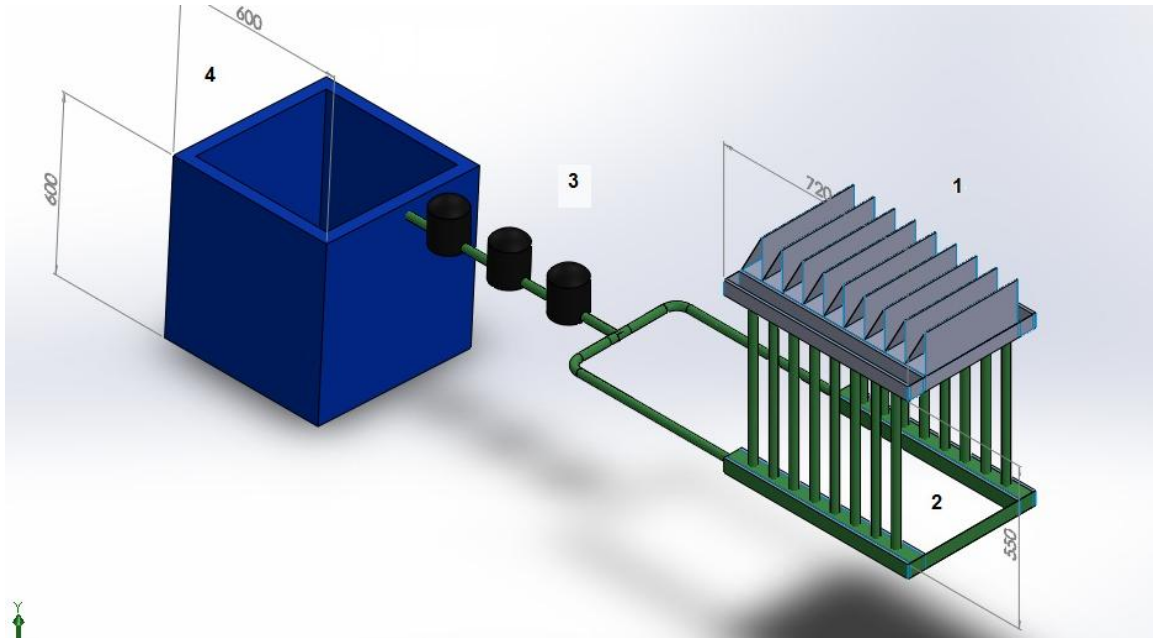


Figura 3. 17 Prototipo en SolidWorks

En la siguiente imagen se muestra diagrama de tubería e instrumentación (DTI) donde se representa gráficamente la secuencia de equipos, tuberías y accesorios que conforman el sistema de captación de agua pluvial del prototipo.

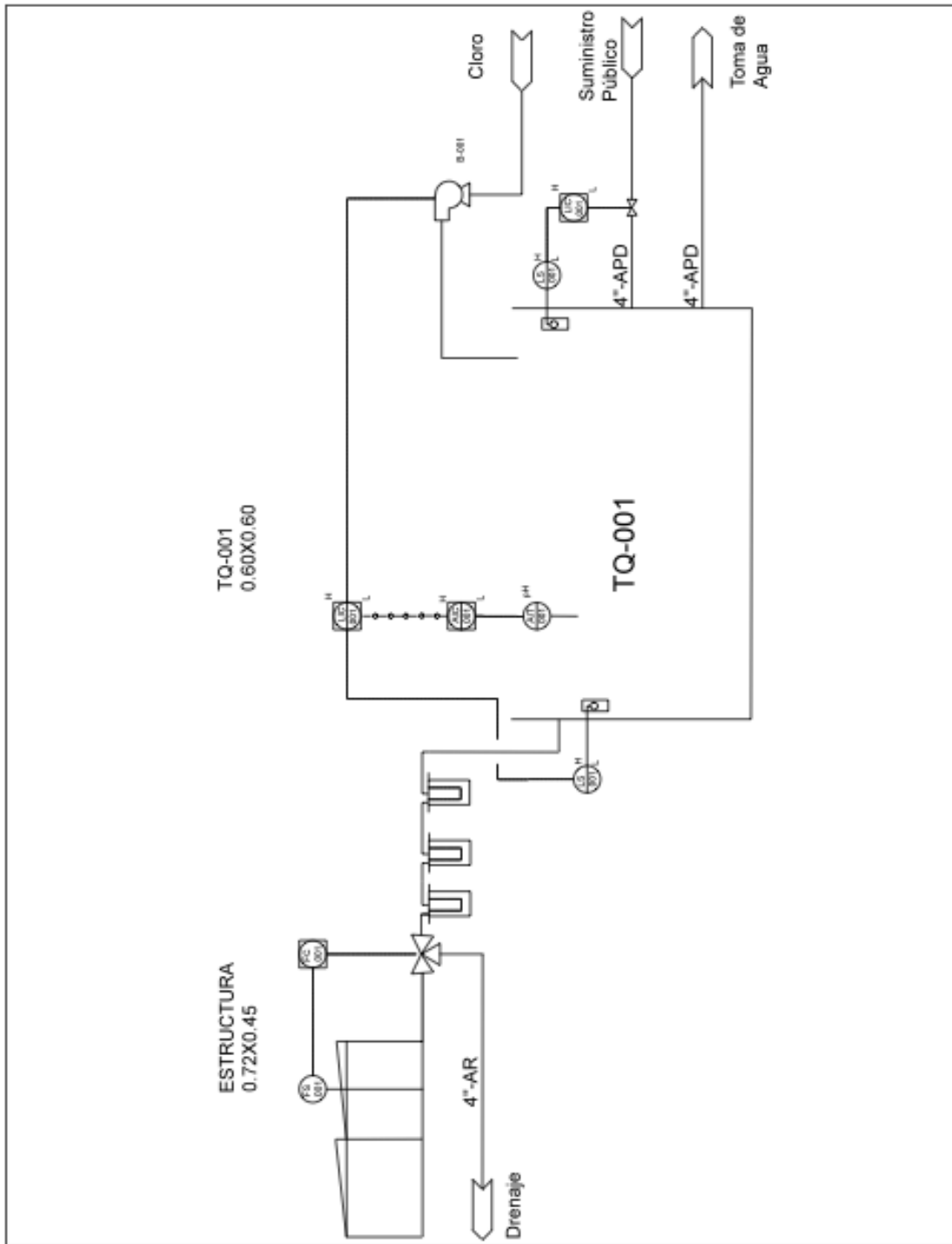


Figura 3. 18 DTI del prototipo

3.8 Diseño del proceso real

El diseño se realizó con ayuda del programa de SolidWorks para poder visualizar todas las etapas físicas del proceso de captación de agua pluvial como son:

1. Captación
2. Conducción
3. Tratamiento
4. Almacenaje

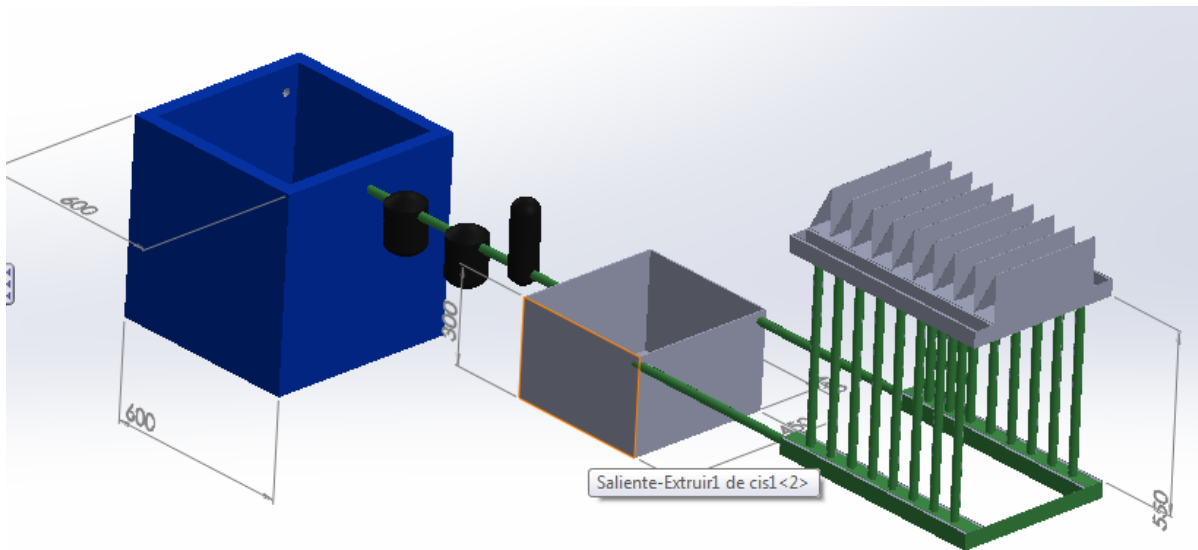


Figura 3. 19 Prototipo en SolidWorks

En la siguiente imagen se muestra diagrama de tubería e instrumentación (DTI) donde se representa gráficamente la secuencia de equipos, tuberías y accesorios que conforman el sistema de captación de agua pluvial.

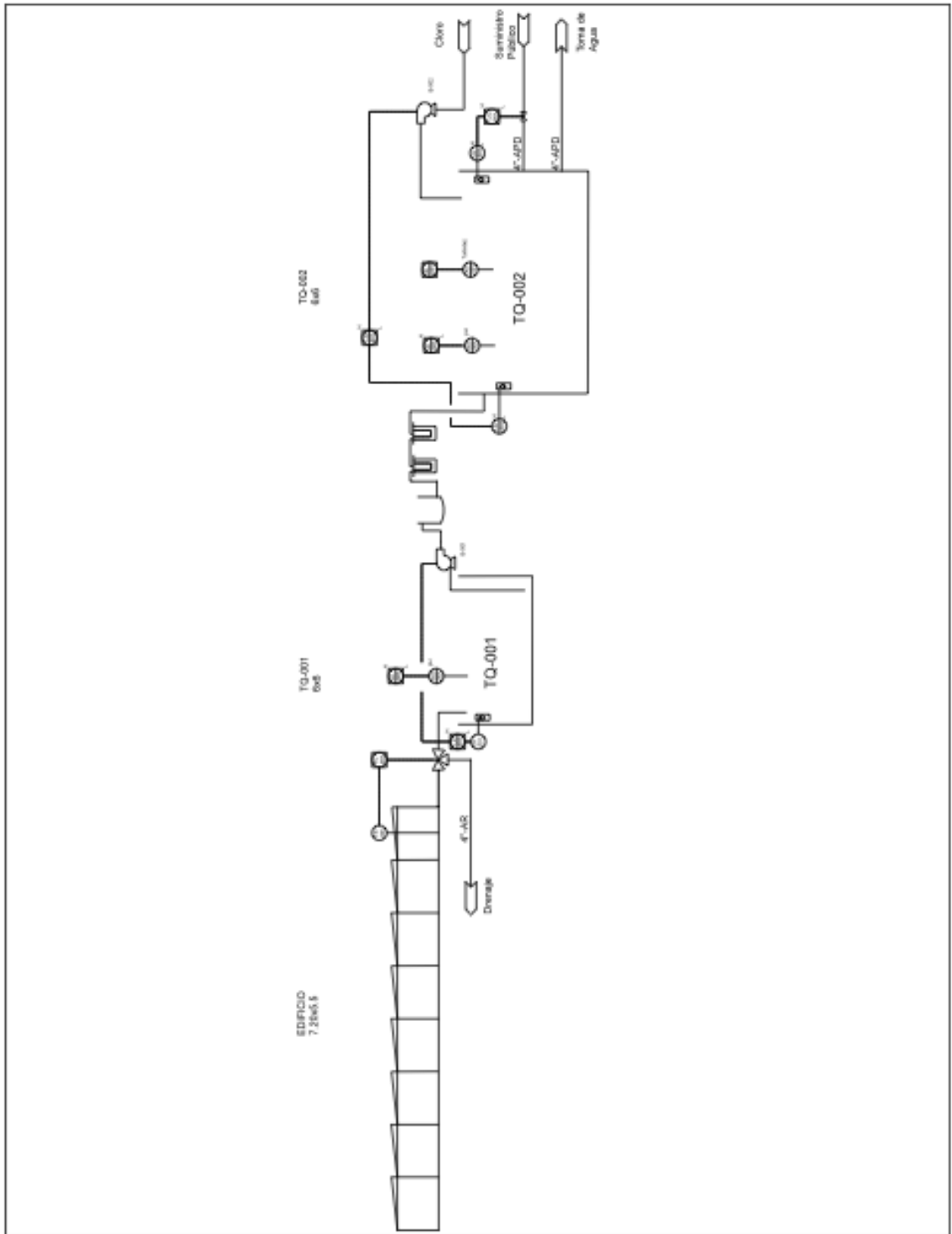


Figura 3. 20 DTI del proceso real



En el diseño real se puede observar que se cuenta con una cisterna en la cual se almacena el agua de lluvia antes de pasar por el proceso de tratamiento. Esto se debe a que al almacenar el agua podemos pasarla a los filtros con una presión constante y así mismo nuestros filtros pueden ser más pequeños ya que se controla la entrada.

En esta parte del proceso para pasar el agua de la cisterna a los filtros, se utilizará un equipo hidroneumática con bomba tipo jet, ya que nos da agua a presión constante e uniforme así mismo son fabricados con la más alta calidad para lograr una excelente operación durante muchos años sin ningún tipo de limpieza; higiénico por contar con tanques que evitan que el agua mantenga contacto con el metal del tanque, que provoca olores y sabores desagradables.



Figura 3. 20 Equipo hidroneumático

3.8 Pruebas

3.8.1 Métodos de determinación del pH

Existen varios métodos para medir el pH. Los más usados son el método del colorímetro y el método del electrodo.

3.8.1.1 Método del Colorímetro.

Usa un trozo de papel indicador del pH. Cuando se introduce el papel en una solución, éste cambia de color. Cada color diferente indica un valor de pH diferente. Este método no es muy preciso y no es apropiado para determinar valores de pH exactos.

Existen tiras de test disponibles, capaces de determinar valores más pequeños de pH, tales como 0 a14.



Figura 3. 21 Tiras de test para pH

3.8.1.2 El método del Electrodo

El método determina el pH midiendo el potencial generado (en mili volts) por un electrodo, este potencial se compara contra un electrodo de referencia, que genera un potencial constante e independiente del pH. El electrodo de referencia que se utiliza es el de calomel saturado con cloruro de potasio, el cual sirve como puente salino que permite el paso de los mili volts generados hacia al circuito de medición.

El sistema actual de medición de pH es, por excelencia, el electrodo de combinación. Su nombre deriva de la práctica inicial en que el electrodo sensor de H^+ estaba separado del electrodo de referencia; la combinación de ambos en una sola estructura llevó a su nombre actual. Sin embargo, la práctica industrial sigue utilizando electrodos de referencia y de pH separados, porque permite señales más confiables y procedimientos de mantención que, en ciertos casos, resultan más controlables y de menor costo.

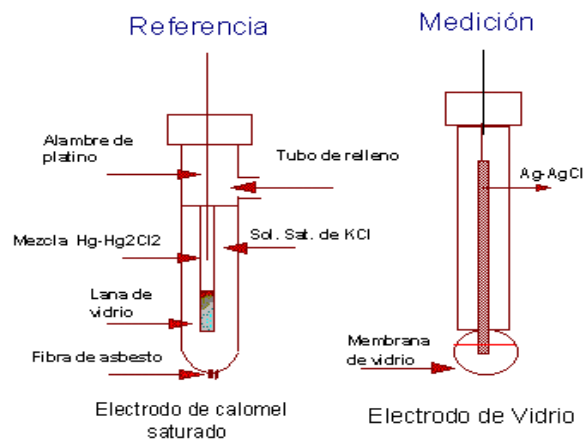


Figura 3. 22 Electrodo de pH

3.8.2 Sensor de pH

En este caso se utiliza un electrodo de pH ASP200-2-1M-BNC como se muestra en la figura 3.19 para la medición de pH del agua pluvia ya que se desea realizar el monitoreo de la variable a través de una HMI además de que son con los únicos instrumentos de medición con los que cuenta las instalaciones de pesados 1.



Figura 3. 23 Sensor de pH

3.8.2.1 Descripción electrodo de pH asp200-2-1m-bnc

Este es un electrodo económico para aplicaciones de uso general en el laboratorio o campo, el electrodo proporciona una respuesta rápida, estable y es ideal para las lecturas de pH prolongadas. Debido a su diseño sellado, el relleno de gel prácticamente no requiere mantenimiento ya que no hay necesidad de volver a llenar la cámara de referencia.



Figura 3. 24 Sensor de pH asp200-1 m-bnc

3.8.2.2 Características:

- Propósito general del electrodo de combinación
- No hay necesidad de volver a llenar la Solución de KCL
- Intervalo de pH: 0-14
- Temperatura de funcionamiento: 0-80 ° C

Tipo	Combinación de una sola salida
Material de tubo exterior	Platico azul resistente al impacto
Dimensiones	120 mm de largo * 12 mm de diámetro
Rango de pH	0-14
Temperatura de funcionamiento	0-80 °C
Conexión	1m Cable con conector BNC

Tabla 6 Características de sensor de pH

3.8.3 Medición

3.8.3.1 Calibración del sensor

Para las mediciones lo primero que se tiene que realizar es calibrar el instrumento, para ellos se utilizan soluciones patrón (Buffer), considerando que los valores que se espera medir deben estar dentro del rango de los patrones utilizados. El primer patrón de calibración debe ser el de pH 7, y luego el patrón correspondiente a valores Ácidos o Bases de acuerdo al rango de trabajo. Entre cada calibración siempre se debe enjuagar con agua destilada y luego eliminar el exceso de agua como se muestra en la figura 3.21.

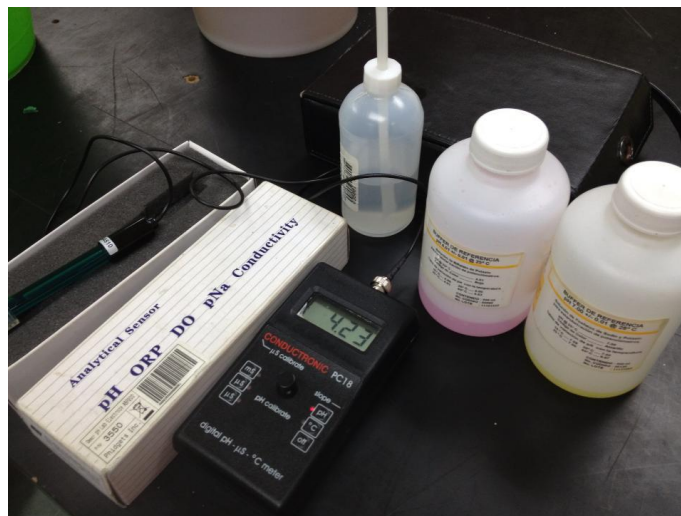


Figura 3. 25 Calibración del sensor de pH

3.8.3.2 Pruebas en cada etapa del sistema

Se realizó las pruebas de medición de pH en cada una de las etapas del sistema de captación de agua pluvial, para ello se tomaron 5 muestras de cada etapa para realizar la medición como se muestra en la figura 3.22.



Figura 3. 26 Toma de muestras

Después se sumergió la punta del electrodo al menos 2.5 cm dentro cada muestra a medir, esperamos un minuto a que la lectura se estabilizara y enseguida se tomó lectura. Luego de cada medición se enjuagó el electrodo para evitar lecturas erróneas como se muestra en la figura 3.23.



Figura 3. 27 Toma de lectura en las muestras

3.8.3.4 Almacenamiento

Luego de terminar de medir, se debe enjuagar el electrodo con agua destilada y almacenarlo. Esto puede realizarse en la tapa del electrodo o un frasco, en ambos casos, dejar el electrodo humedecido con una solución de almacenamiento que puede ser a base de KCl 3.5M o en su defecto en buffer 4. No utilizar algodones humedecidos ni nada que toque el bulbo del electrodo, pues este se daña con mucha facilidad.



3.8.3.5 Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos después de la medición de pH en el agua tratada en sus diferentes etapas.

Etapas	Lectura de pH
Agua Pluvia	5.61
Filtración Lenta en Arena	6.25
Filtro de Arena o papel	6.75
Filtro de Carbón Activo	6.93
Agua en la Cisterna	6.94

Tabla 7 Resultados de pH

Se llevó una muestra del agua tratada al laboratorio de Caracterización de Materiales Área de Emisión de Plasma del Instituto Mexicano Del Petróleo, para tener un mejor panorama de los resultados, arrojando que el agua estaba bajo los límites permisibles de la norma OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994 SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION [11]

Capítulo IV

“Diseño Eléctrico”



4.1 Selección del controlador

4.1.1 Condiciones Reales

Se utilizará un controlador de la familia micro 800 de Allen-Bradley por su bajo costo y debido a que el software es completamente gratis.

Su instalación se realizará en campo por lo que dicho controlador cumple con las condiciones de trabajo para poder operarlo en dichas condiciones y el operario sea capaz de darle mantenimiento. Además de las entradas/salidas digitales y analógicas como se muestra a continuación en la siguiente tabla

Descripción	Entradas	Salidas	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas
Interruptor de alto nivel	3			
Interruptores de bajo nivel	3			
Válvulas		2		
Sensor de pH			2	
Sensor de turbidez			2	
Sensor de Flujo			1	
Bombas		2		
Indicadores		8		
Botón de paro	1			
Botón de paro de emergencia	1			
Total	8	12	5	0

Tabla 8 Número de entradas y salidas del sistema

Los controladores Micro800™ están diseñados para máquinas autónomas de bajo costo. Estos PLCs económicos y compactos están disponibles en factores de formato diferentes según el número de puntos de E/S incorporados en la base, con una gama de funciones diseñadas para satisfacer diferentes requisitos.

La familia Micro800 comparte el entorno de programación, los accesorios y los módulos que permiten a los fabricantes de máquinas personalizar el controlador para capacidades específicas.



Figura 4. 1 Controlador Micro830

El controlador Micro830 permite la integración de hasta cinco módulos enchufables. Los módulos enchufables permiten a los fabricantes de máquinas personalizar los controladores para aumentar la funcionalidad. Esto también ofrece bloques de terminales extraíbles (la mayoría de modelos) y comunicación simplificada mediante el puerto serie [1].

Número y tipos de entradas/salidas

Número y tipos de entradas/salidas para catálogos Micro810, Micro830

Número de catálogo	Entradas		Salidas			Compatibilidad con PTO	Compatibilidad con HSC ⁽¹⁾
	120 VCA	24 VCC/VCA	Relé	24 V drenador	24 V surtidor		
2080-LC30-10QWB		6	4				2
2080-LC30-10QVB		6		4		1	2
2080-LC30-16AWB	10		6				
2080-LC30-16QWB		10	6				2
2080-LC30-16QVB		10		6		1	2
2080-LC30-24QBB		14			10	2	4
2080-LC30-24QVB		14		10		2	4
2080-LC30-24QWB		14	10				4
2080-LC30-48AWB	28		20				
2080-LC30-48QBB		28			20	3	6
2080-LC30-48QVB		28		20		3	6
2080-LC30-48QWB		28	20				6

Tabla 9 Entradas y Salidas Micro 830

4.1.2 Condiciones del prototipo

Se utilizará el controlador Micro1100 de la familia de Allen-Bradley de todos los que se encuentran en laboratorio de pesados 1, ya que es uno de los que cumple con los requerimientos como son nuestras entradas/ salidas mostradas en la siguiente tabla.

Descripción	Entradas	Salidas	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas
Interruptor de nivel	1			
Válvulas		1		
Sensor de pH			1	
Sensor de Flujo	1			
Bombas		1		
Indicadores		2		
Botón de paro	1			
Botón de paro de emergencia	1			
Total	4	4	1	0

Tabla 10 Número de entradas y salidas del sistema

Con edición en línea y un puerto EtherNet/IP de 10/100 Mbps incorporado para mensajes entre dispositivos similares, el controlador MicroLogix 1100 añade mayor conectividad y cobertura de aplicaciones a la familia MicroLogix. La pantalla de cristal líquido incorporada en los controladores de próxima generación muestra el estado del controlador, el estado de las E/S y mensajes de operador simples; permite la manipulación de bits y números enteros, y ofrece la funcionalidad de potenciómetro de ajuste digital.



Figura 4. 2 Controlador MicroLogix 1100



4.1.3 Capacidades de E/S

En aplicaciones pequeñas, las E/S incorporadas en este controlador pueden representar todo el control requerido.

Hay 10 entradas digitales, 6 salidas digitales y 2 entradas analógicas en cada controlador, con la capacidad de añadir módulos digitales, analógicos, de RTD y de termopar para personalizar el controlador de acuerdo con la aplicación.

En versiones de controladores con entradas de CC hay un contador de alta velocidad, y en la versión de salidas de CC, dos salidas PTO/PWM (salidas del tren de pulso y modulación de impulsos en anchura), lo cual permite al controlador funcionar con capacidades simples de control de movimiento.

Catalog Number	Description				Comm. Ports
	Input Power	Digital Inputs	Analog Inputs	Digital Outputs	
1763-L16AWA	120/240V ac	(10) 120V ac	(2) voltage input 0...10V dc	(6) relay All individually isolated	(1) RS-232/485 combo (isolated) (1) Ethernet
1763-L16BWA	120/240V ac	(6) 24V dc (4) high-speed 24V dc ⁽¹⁾	(2) voltage input 0 ...10V dc	(6) relay All individually isolated	(1) RS-232/485 combo (isolated) (1) Ethernet
1763-L16BBB	24V dc	(6) 24V dc (4) high-speed 24V dc ⁽¹⁾	(2) voltage input 0...10V dc	(2) relay (isolated) (2) 24V dc FET (2) high-speed 24V dc FET	(1) RS-232/485 combo (isolated) (1) Ethernet
1763-L16DWD	12/24V dc	(6) 12/24V dc (4) high-speed 12/24V dc ⁽¹⁾	(2) voltage input 0...10V dc	(6) relay All individually isolated	(1) RS-232/485 combo (isolated) (1) Ethernet

Tabla 12 Entradas y salidas del MicroLogix 1100

4.2 Software

4.2.1 Condiciones Reales

El software Connected Components Workbench es un conjunto de herramientas compatibles con controladores Micro800™, así como con variadores clase 4 PowerFlex® de Allen-Bradley® y componentes HMI PanelView™ para sus máquinas pequeñas. Se basa en tecnología de eficiencia comprobada de Rockwell Automation y Microsoft Visual Studio, y ofrece programación de controladores, configuración de dispositivos e integración con el editor de HMI.



Programe sus controladores, configure sus dispositivos y diseñe sus pantallas de interface de operador mediante este software.

El software Connected Components Workbench es completamente gratis y se puede hacer su descarga a través de la página de Allen-Bradley.

El lenguaje de programación del software Connected Components Workbench es a través de Diagrama de lógica de escalera, diagrama de bloques de funciones, texto estructurado [1].

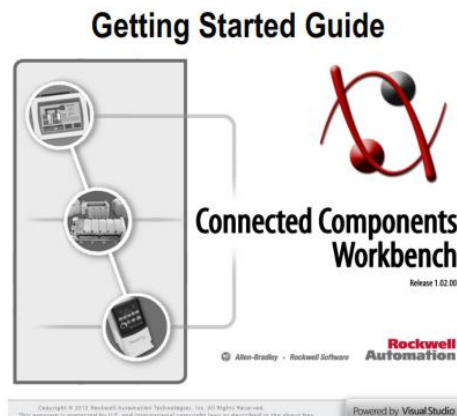


Figura 4. 3 Software Connected Components Workbench

4.2.2 Condiciones del Prototipo

RSLogix 500 y el software de programación recientemente desarrollado RSLogix Micro son dos productos que permiten crear, modificar y monitorear programas de aplicación para la familia de controladores MicroLogix de Allen-Bradley. Diseñados con funciones que ayudan a ahorrar tiempo y aumentan la productividad, estos productos de programación le permiten obtener el máximo valor de nuestras líneas de controladores, variadores e interface de operador.

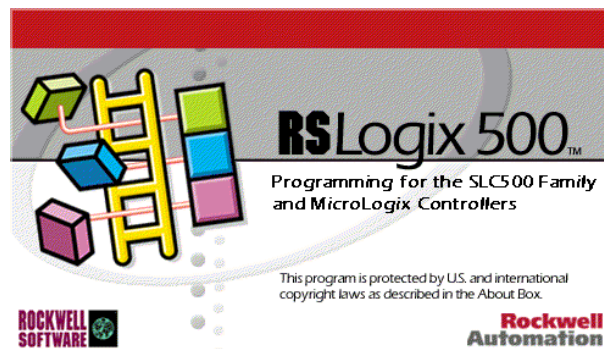


Figura 4. 4 RSLogix 500

4.3 Señales analógicas

Una de las señales analógicas que utilizaremos será la del electrodo de medición de pH ya que para poder introducir esta señal al PLC necesitamos el adaptador de pH / ORP que a través de un conector BNC y suministra los datos a una entrada analógica en una placa de PhidgetInterface.

Con el adaptador de pH / ORP puede:

- Medida de pH
- La oxidación Record - Potencial de reducción (ORP)
- Monitor de iones y concentración de gases



Figura 4. 5 Adaptador de pH / ORP

Características de Adaptador

Consumo de corriente	3.0 Ma
Impedancia de entrada	>1 Tera Ohm
Voltaje de entrada	4.5VDC a 5.25 VCD

Tabla 11 Características de Adaptador

Características del electrodo de pH

Rango de entrada	-400mVa +400mV
Entrada de la Resolución	1 pH/54.4 Valor de sensor
Error Min/Max	± 0.09 pH
Error Típico	± 0.02 pH

Tabla 12 Características del electrodo de pH

Características de sensor OPR

Rango de entrada	2000mV a+ 2000mV
Entrada de la resolución	100mV/20 valor de sensor
Error Min/Max	± 8 mV
Error Típico	± 3 mV

Tabla 13 Características de sensor OPR



Para obtener la Señal analógica del sensor de pH con el adaptar se realizó la calibración con ayuda de las soluciones buffer, teniendo así que para el buffer de pH de 4 nos entregó una señal de salida de 1.42V y para el buffer de pH de 7 una salida de 2.5V por lo cual se denota que se tiene un comportamiento lineal del voltaje contra el pH como se puede mostrar en la tabla14.

pH	Voltaje
3	1.06
4	1.42
5	1.78
6	2.14
7	2.5

Tabla 14 Comportamiento lineal del sensor de pH

Para introducir la señal analógica del sensor de pH al PLC se tuvo que hacer una conversión de los datos analógicos ya que el PLC es capaz de controlar las señales de tensión y convertirlas a los datos digitales.

Tomando en cuenta que la resolución del PLC es de 10 bits, tendremos un rango de valores binarios manejados por el convertidor entre 0000000000 (0 decimal) para un voltaje mínimo de 0 volts y 1111111111 (1023 en decimal), para el voltaje máximo de 10 volts

La tabla 15 se muestra los valores de las señales analógicas del Sensor de pH y los valores decimales donde se muestra el uso de la fórmula de conversión.

$$N = Vin * \frac{1023}{10} \quad (12)$$

Donde Vin es la señal analógica en volts

pH	Volts	Decimales
3	1.06	109.461
4	1.42	145.266
5	1.78	182.094
6	2.14	218.92
6.5	2.3	235.29
7	2.5	255.75
8	2.86	292.578
8.5	3.04	310.992

Tabla 15 Conversión de valores

4.4 Construcción del interruptor de flujo

El interruptor de flujo está conformado por tres resistencias la primera de $100\text{k}\Omega$ la segunda de $470\text{k}\Omega$ y la tercera de $2\text{k}\Omega$ además de 2 transistores de tipo BC548 y un relevador de 12 V de CD como se puede mostrar en la figura 4.6.

Cuando las puntas del sensor entran en contacto con el agua cierra el circuito, se alimentan los transistores en forma de saturación y esto hace que se energice la bobina del relevador y el contacto cambie de posición.

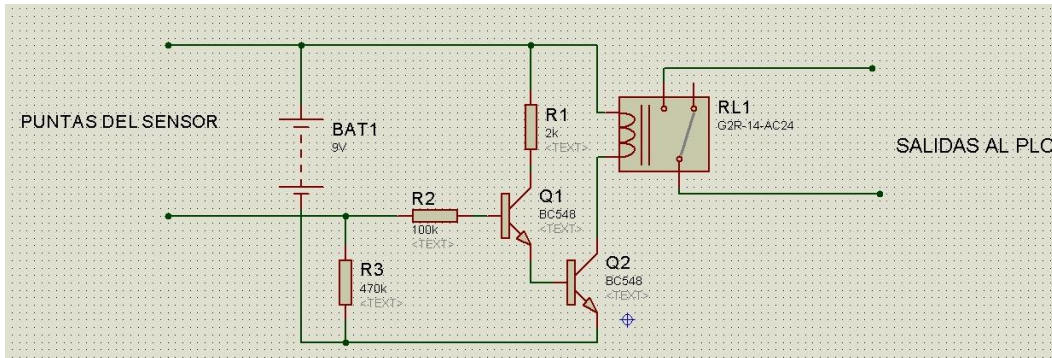


Figura 4. 6 Circuito para realizar Interruptor de Flujo

4.5 Control de las electroválvulas

Para poder hacer el control de las electroválvulas de 3 vías se tuvo que realizar una etapa de potencia ya que para realizar la extensión y contracción se tuvo que invertir las líneas de alimentación como se puede mostrar en la figura 4.7.

En el cual está constituido por dos relevadores a 24V donde se realiza el juego de invertir las líneas de alimentación para el control de las electroválvulas

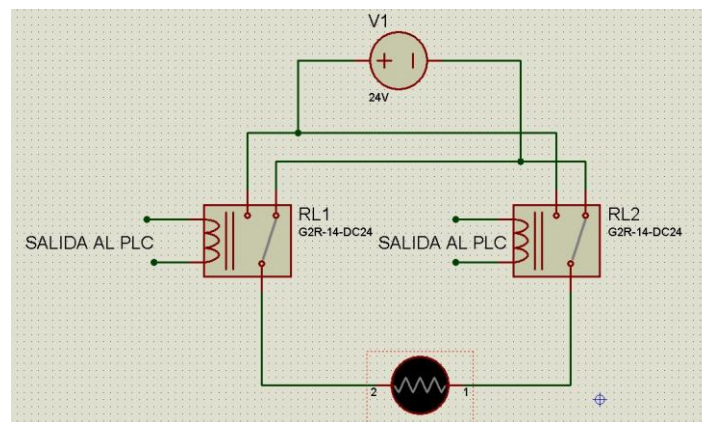


Figura 4. 7 Etapa de potencia para Electroválvulas

4.6 Programación

4.6.1 Comunicación

La comunicación del PLC se realizó a través de Ethernet ya que la velocidad de transferencia de datos es de 100Mb/s y la distancia que se va a tener del PLC a la PC es de 25m cuando se requiera realizar alguna modificación, por ejemplo la expansión del sistema de captación en los diferentes edificios de la ESIME.

A continuación se muestran los pasos que se realizaron para obtener la comunicación con el protocolo Ethernet:

Se abre el panel de control de la PC de allí se va al icono Comunicación de Red después se selecciona Propiedades.

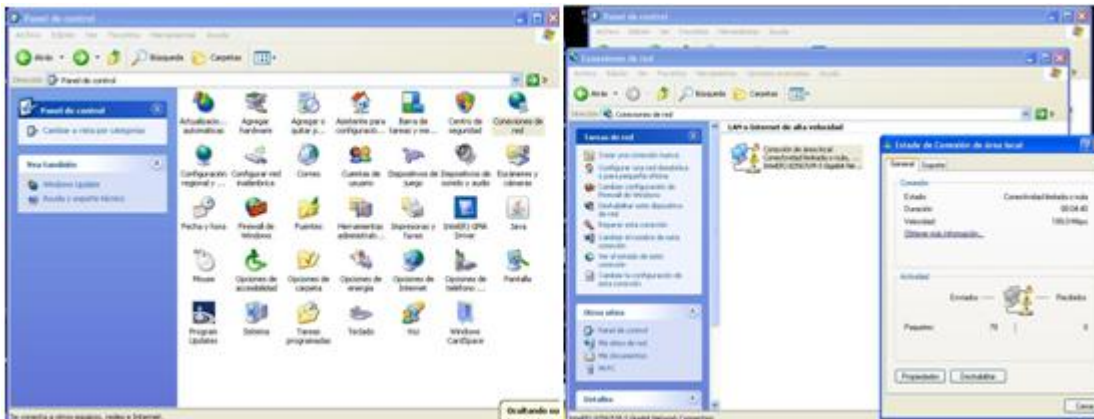


Figura 4. 8 Comunicación de Red desde Panel de Control

Después se abre Protocolo de Internet (TCP/IP) y se utilizará una nueva dirección IP que no rebace en cada bloque el valor de 255, de igual manera la Máscara de subred.

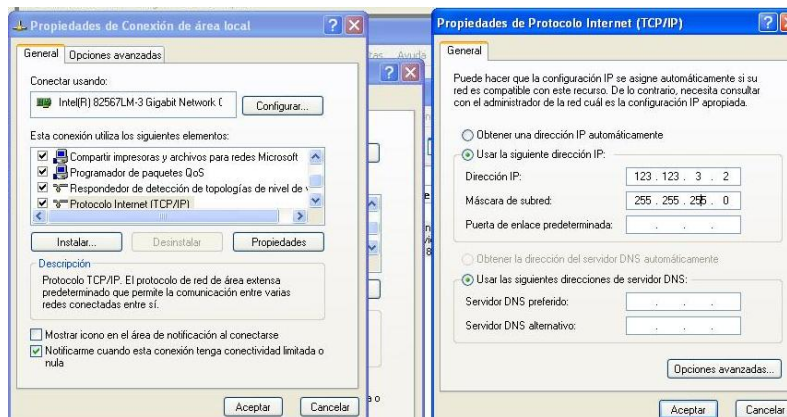


Figura 4. 9 Protocolo de Internet (TCP/IP)



Se abre el programa de RSLinx Classic que se encuentra en la carpeta de Rockwell software, en Communications se realiza la Configure Drivers como se muestra en la figura 4.10.

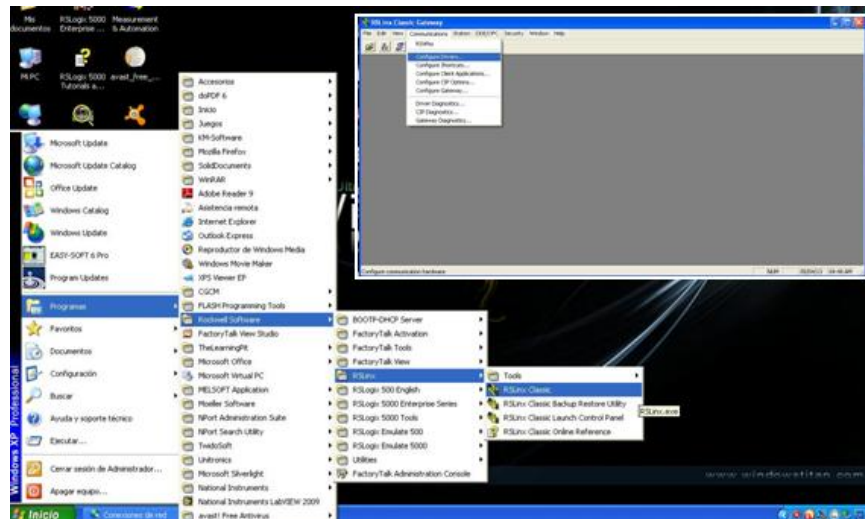


Figura 4. 10 Abrir RSLinx Classic

Se escoge el protocolo de comunicación que en este caso es EthernetNet/IP Driver se escribe la dirección de IP y la Máscara de subred que se escribió anteriormente.

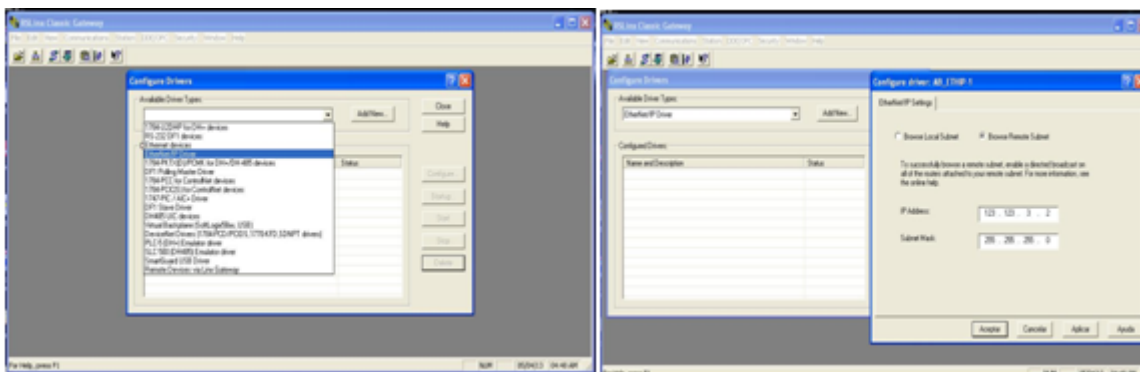


Figura 4. 11 Selección de Protocolo de Comunicación



Se abre BOOTP-DHCP Server que se encuentra en la carpeta de Rockwell software y se pone la misma Mascar de Subred para que se realice por completo la comunicación del PLC con PC.



Figura 4. 12 Abrir BOOTP-DHCP

Se busca la MAC en el PLC que es la dirección IP única en cada PLC, con ayuda de la pantalla para introducirla al Programa y establecer la comunicación insertado otra dirección IP que es la que tomara el PLC cuando la comunicación este bien establecida.

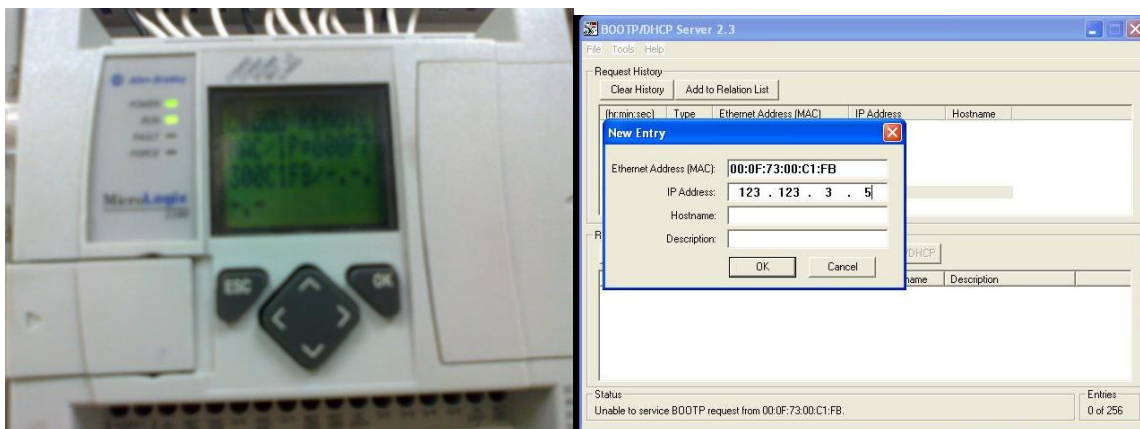


Figura 4. 13 Asignar MAC



Para verificar que la comunicación se estableció de manera adecuada se regresa al RSLinx Classic en RSWho en donde se mostrara el PLC con el que se está trabajando además de poder ver en la pantalla del PLC la dirección IP que se introdujo en BOOTP-DHCP como se muestra en la imagen 4.14.

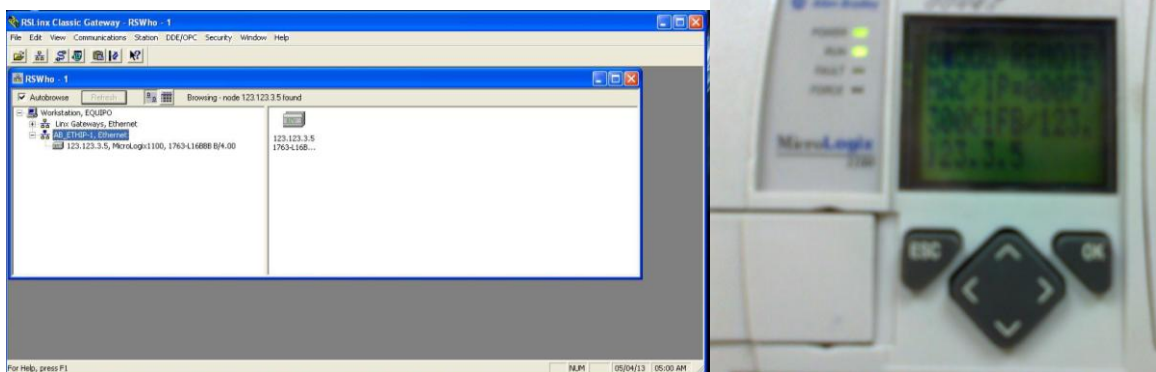


Figura 4. 14 Verificar Comunicación del PLC

4.6.2 Programa

El programa se realizó en RSLogix 500 que pertenece a Rockwell Software como se muestra en la figura 4.15, en donde una de las formas de programación es en escalera la cual fue la utilizada para realizar todo el programa.



Figura 4. 15 Seleccionar Software RSLogix 500



Para empezar a realizar el Programa se tiene que abrir un nuevo archivo seleccionando el PLC a utilizar, en este caso se utilizó el PLC Micrologix 1100 después se configurar las entradas/salidas del PLC como se muestra en la figura 4.16.

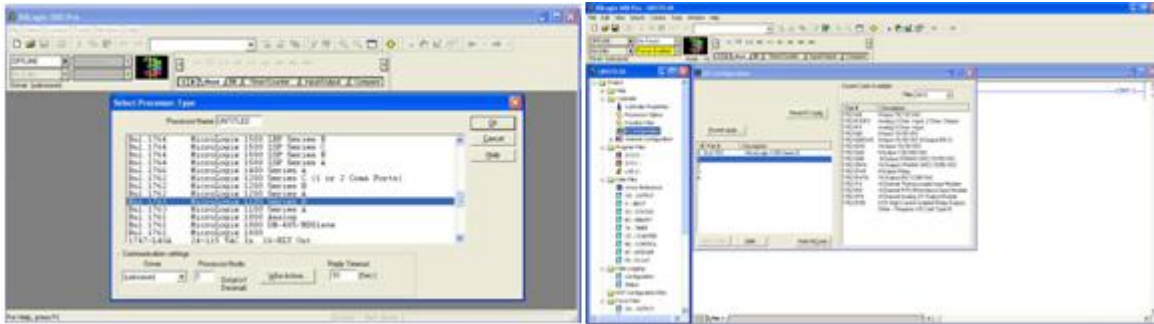


Figura 4. 16 Selección de PLC

En la línea 0000 del programa lo que se realizó fue un arranque y paro del sistema en general para poder sacarlo de operación cuando se requiera a través de la entradas I:0/0 que es el botón de paro, la I:0/1 que es el arranque y la bobina B3:0/0 para energizar el sistema.



Figura 4. 17 Línea 0000 del programa

En la línea 0001 del programa se realizó la detección si esta lloviendo con ayuda del interruptor de flujo I:0/2, si la cisterna presenta un nivel bajo con el interruptor flotador I:0/3 y si el sistema esta energizado con B3:0/0 para que en un tiempo determinado el agua se siga yendo al drenaje con ayuda de un timer T4:0 ,ya que en los primeros minutos de lluvia ésta recoge toda la suciedad del techo con una restricción de que esta acción solo se repita una vez al día por medio del C5:0/DN

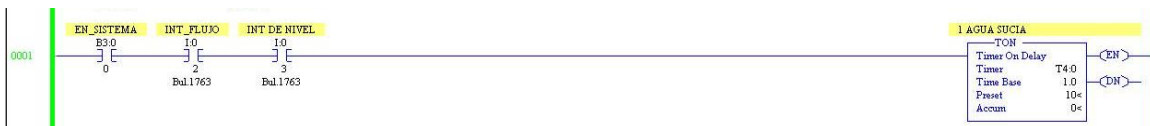


Figura 4. 18 Línea 0001 del programa



En la línea 0002 con ayuda del contacto T4:0/DN se activa la señal al contador C5:0 para que en drenado de los primeros minutos de agua lluvia se realice una sola vez.



Figura 4. 19 Línea 0002 del programa

En la línea 0003 se realizó la restricción del drenado para que entre en operación cada 24 horas si se presenta lluvia con ayuda del timer T4:1 cuando el contador haya cumplido con la condición con ayuda del contacto C5:0/DN.



Figura 4. 20 Línea 0003 del programa

En la línea 0004 se presenta un reseteo del contador C5:0 (Res) cuando ya hayan pasado 24 horas del drenado con ayuda de contacto T4:1/DN.



Figura 4. 21 Línea 0004 del programa

En la línea 0005 se realiza la extensión de las válvulas 1 y 2 con ayuda de relevadores de la etapa de potencia O:0/0 y O:0/3 con las condiciones que el sistema este energizado B3:0/0, que este lloviendo I:0/2, que el nivel de la cisterna este bajo I:0/3, que ya se haya drenado la primer agua C5:0/DN, que no estén retraídos los las válvulas O:0/1 O:0/4 y que no esté activada la válvula del servicio público O:0/2.

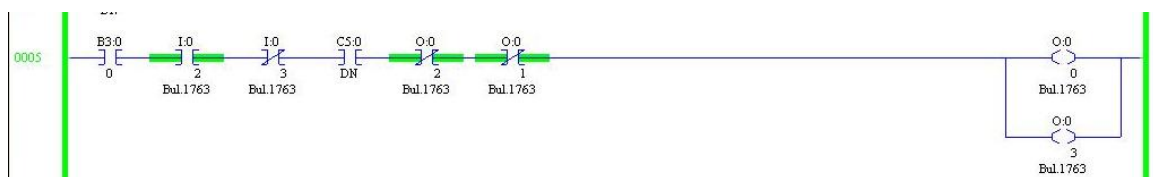


Figura 4. 22 Línea 0005 del programa



En la línea 0006 se realiza la retracción de las válvulas 1y 2 con ayuda de relevadores de la etapa de potencia O:0/1 y O:0/4 con las condiciones que el sistema este energizado B3:0/0, que no esté lloviendo I:0/2, que el nivel de la cisterna este alto I:0/3, que ya se haya drenado la primer agua C5:0/DN, que no estén retraídas las válvulas O:0/1 O:0/4 y que no esté activada la válvula del servicio público O:0/2.

Además en esta parte también se asegura que las válvulas retraídas cuando se realice el drenado de la primera agua de lluvia para su conducción al drenaje.

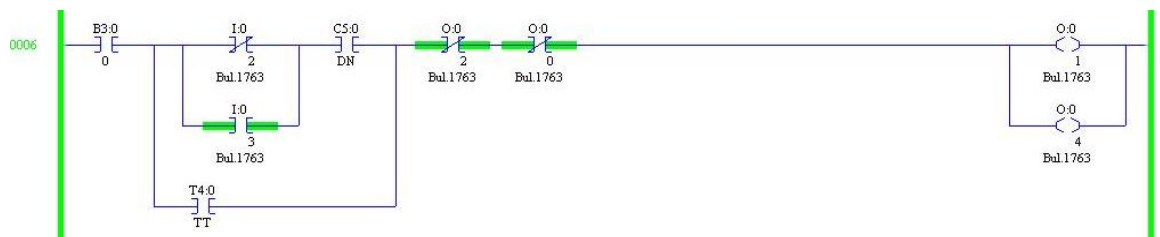


Figura 4. 23 Línea 0006 del programa

En línea 0007 se realizó que cuando no esté en operación el sistema de captación se siga suministrado la cisterna con el agua del servicio público.



Figura 4. 24 Línea 0007 del programa

En la línea 0008 se realizó el tiempo en que va a estar energizada la bomba dosificadora clorando el agua almacenada en la cisterna con la condición de que sea agua de lluvia tratada



Figura 4. 25 Línea 008 del programa



En la línea 0009 se realizó el energizado de la bomba O:0/5 con ayuda del contacto T4:2/TT del timer T4:2 descrito en la línea anterior con una condición de operación, de que si el cloro hace que el pH baje de los límites permisibles se apague la bomba dosificadora aún y cuando no haya completado su tiempo de dosificación.



Figura 4. 26 Línea 009 del Programa

En la línea 0010 se realiza la adquisición de datos del sensor de pH con la entrada analógica I:0/4 y guardada en un valor flotante F8:0 en donde anteriormente se mostró como se realizó la adquisición de datos.



Figura 4. 27 Línea 0010 del programa

En la línea 0011 se realizó los rangos permisibles de pH de 6.5 a 8.5 que puede tener al agua con la conversión de la señal, realizados anteriormente en la tabla 15 para encender una indicarlo luminoso O:0/6 para demostrar que el rango es adecuado



Figura 4. 28Línea 0011 del programa

En la línea 0012 se realizó una alarma donde indica si el pH bajo de los límites permisibles por medio de la conversión de señales antes mencionada.

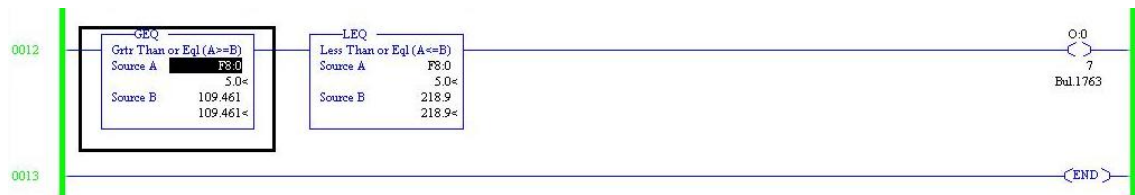


Figura 4. 29 Línea 0012 del programa

4.6 Pruebas

Se descargó el programa al PLC para realizar las pruebas eléctricas visualizando si las salidas responden adecuadamente con las condiciones de operación proporcionadas por las entradas.

Se Introdujeron las señales digitales de entrada al PLC para realizar la programación colocando los instrumentos en las terminales deseadas como se puede ver en la siguiente tabla:

Instrumentos	Terminales
Interruptor de Nivel 1	I:0/2
Interruptor de Nivel 2	I:0/4
Interruptor de Flujo	I:0/3
Botón normalmente cerrado	I:0/0
Botón normalmente abierto	I:0/1
Sensor de Ph	I:0/5

Tabla 16 Ubicación de las entradas

Se comprobó el comportamiento de las entradas con ayuda de la pantalla del PLC donde muestra si se activaron o no como se puede ver en la figura.

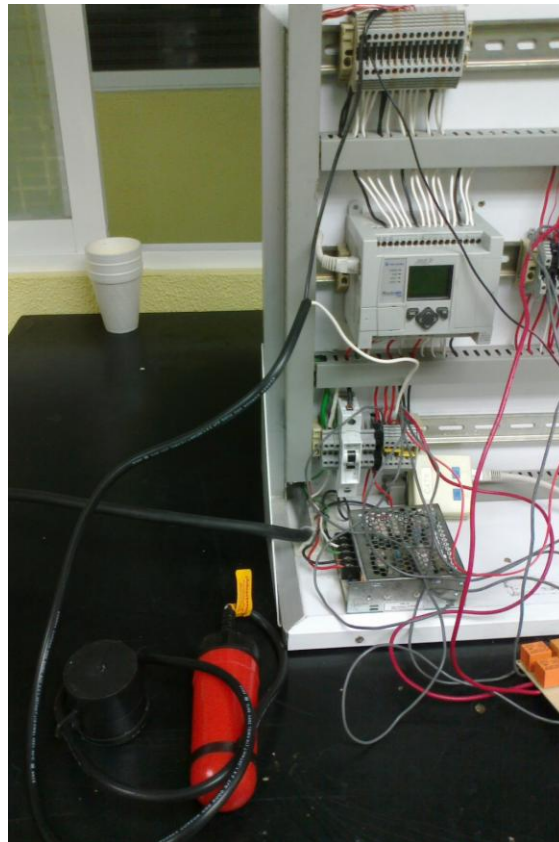


Figura 4. 30 Pruebas con las entradas

Se introdujeron las señales de salida al PLC con ayuda de relevadores de 24V para la activación de las electroválvulas, bomba dosificadora, e indicadores luminosos colocándolas en las terminales deseadas para realizar la programación como se puede ver en la tabla 17.

Instrumentos	Terminales
Relevador 1 válvula 1	O:0/0
Relevador 2 válvula 1	O:0/1
Relevador 1 válvula 2	O:0/2
Relevador 2 válvula 2	O:0/3
Bomba dosificadora	O:0/5
Indicadores luminosos bajo pH	O:0/6
Indicadores luminoso de nivel adecuado pH	O:0/7

Tabla 17 Dirección de salida

Las señales de salida respondieron adecuadamente con las condiciones de operación como se puede ver en la figura 4.31.

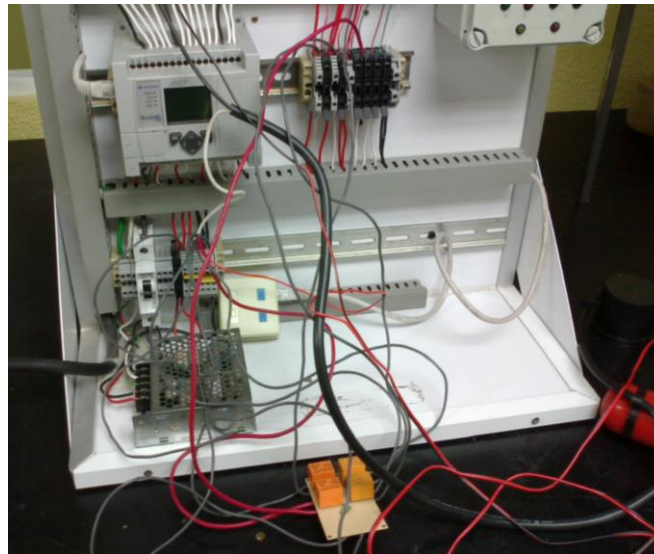


Figura 4. 31 Pruebas con las salidas



4.7 Interfaz Hombre Maquina

Las empresas de fabricación en todo el mundo constantemente se enfrentan a desafíos para mejorar la eficiencia de sus operaciones y aumentar la rentabilidad. Las herramientas de visualización presentan información que le permite tomar decisiones asociadas al proceso o negocios, reaccionar con mayor rapidez ante diversas situaciones e interactuar con los procesos y máquinas de manera más intuitiva.

Rockwell Software tiene una línea de productos de software HMI diseñados con aspecto y navegación comunes para ayudar a acelerar la capacitación y el desarrollo de aplicaciones HMI. RSView es parte del conjunto escalable y unificado de soluciones de monitorización y control que abarcan desde aplicaciones a nivel de máquina hasta el nivel supervisor.

4.7.1 Interface RSview32

La interface de RSView 32 ofrece varias ventanas que se tienen que ir llenando conforme se avanza con el programa. Por ello se hace comienzo a un proyecto nuevo en la cual despliega un submenú como se muestra en la figura 3.28.

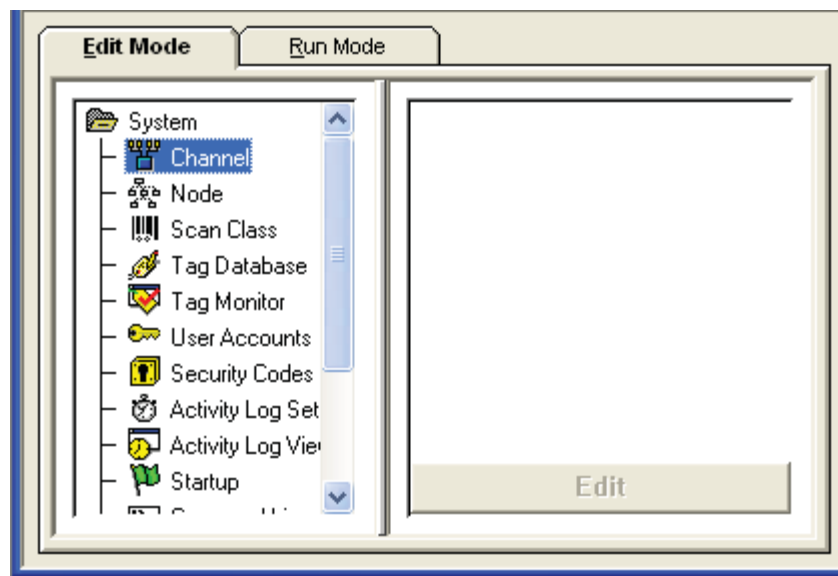


Figura 4. 32 RSview 32 en modo edición.

Al generar un nuevo proyecto se coloca un nombre diferente al original de RSLogix y se realiza la comunicación entre RSLogix y RSview32 configurando el CHANNEL, Se hace doble clic con botón izquierdo del mouse, aparecerá una pantalla en la cual se colocan las características del canal de comunicación y con quien se está haciendo dicha comunicación.



En Network Type: Tipo de driver
 Primary Communication Driver: Al seleccionar el driver
 Active Driver (.): seleccionara el driver como PRIMARY
 Al colocar los datos adecuados, se da OK y se continúa con la configuración del NODE, quedando el Channel Configurado.

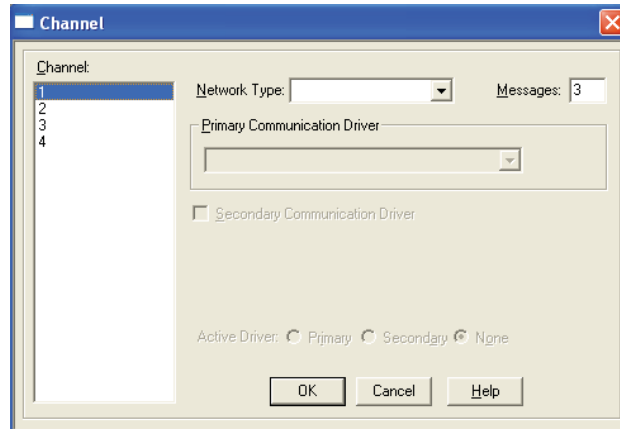


Figura 4. 33 Configuración del channel

Para configurar elNODEDefine con que elementos va a realizar la comunicación además de asignar nombres y atributos con los dispositivos con los cuales va a trabajar.

En Name: Se coloca cualquier nombre, solo respetando que no exista espacio entre las letras y clic en estación (01)
 En Station: Station: se configura con el ambiente de RSwho de RSLinx, (01)
 En Channel: Por default aparece ya que se ha configurado
 En Name: Con los datos correctos, aparecen los datos en la casilla correspondiente como se muestra en la figura quedando configurado en NODE.

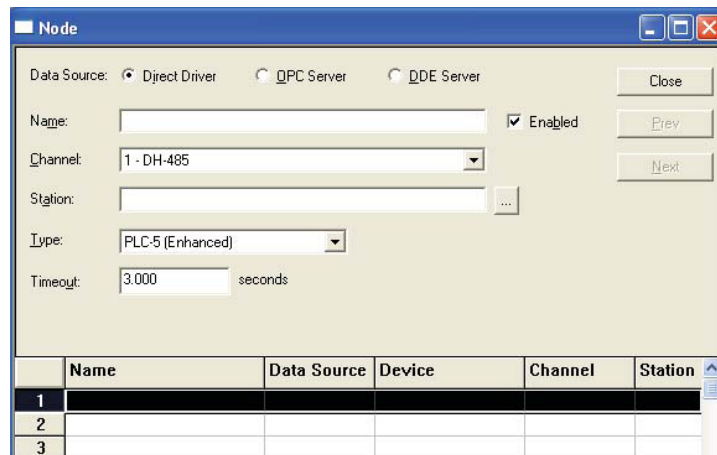


Figura 4. 34 Configuración del nodo



Para terminar con la comunicación se procede editar TAG DATABASE que es el punto más importante, ya que aquí se editan los TAGS con los cuales se realizaran los gráficos para el enlace entre el PLC y RSView.

Se despliega el siguiente submenú donde se busca el archivo de RSLogix donde se realizó la programación como se muestra en la figura34 en la cual se presentan todos los TAGS con sus características

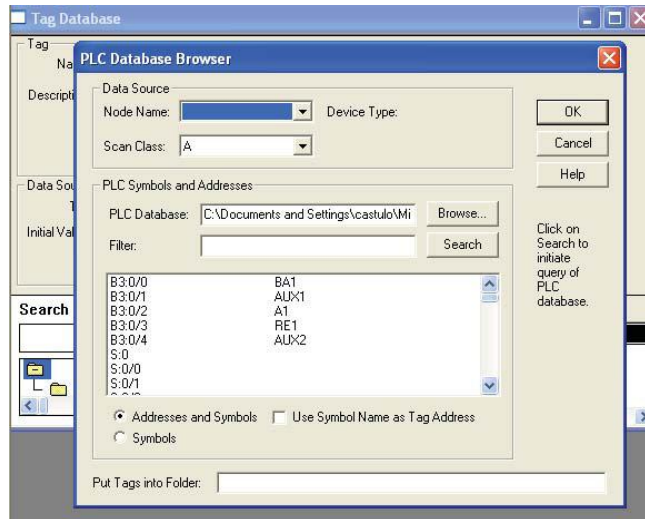


Figura 4. 35 Submenú de conexión RS logix

Con elementos ya dados de alta se cierra la ventana y se continúa a configurar DISPLAY, es el espacio con el que cuenta RSView para colocar los gráficos que se deseen para el proyecto generado en RSLogix 500. Para desplegar el menú de opciones de display se coloca el cursor dentro del área de trabajo y con botón derecho del mouse se da clic y aparece el menú en el cual se puede hacer configuración de color de la pantalla entre otras.

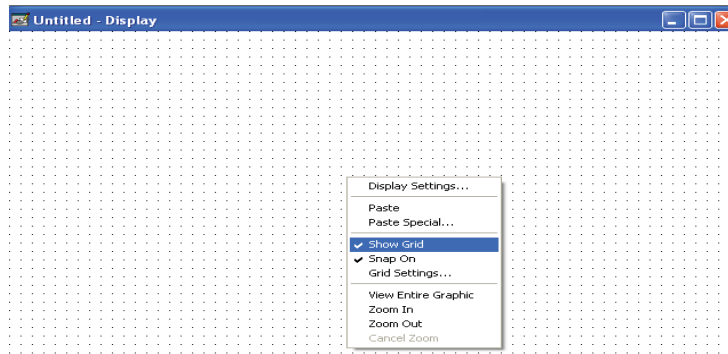


Figura 4. 36 Menú opciones de Display



Una vez editada la pantalla se procede a utilizar LYBRARY, en este se encuentra en su base de datos, en las cuales se encuentran botones industriales, botellas, cronómetros, etc., al seleccionar cualquiera de los elementos que aparecen en la librería, se selecciona el elemento y se arrastra con el puntero del mouse. Al terminar de colocar todos los elementos para la HMI se cerrará library, al momento de realizar esta operación, mandará un mensaje, el cual pide guardar los cambios efectuados en esa librería, a lo cual se selecciona no guardar cambios.

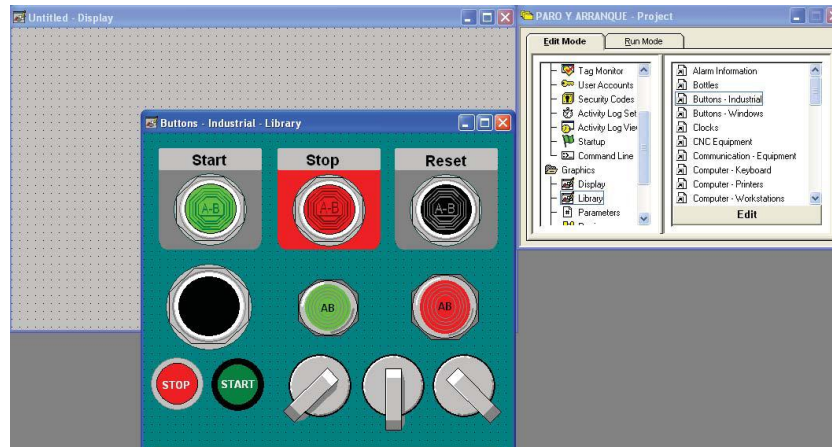


Figura 4. 37 Selección de la carpeta LYBRARY

Para la Configuración de botones se selecciona el área con la que se va a trabajar, esto se hace dando clic al elemento con botón izquierdo de mouse. Para realizar las modificaciones en el botón, ambas áreas de trabajo son adecuadas, pero en la primera cambia toda el área de color, en la segunda solo cambiará el área del círculo.

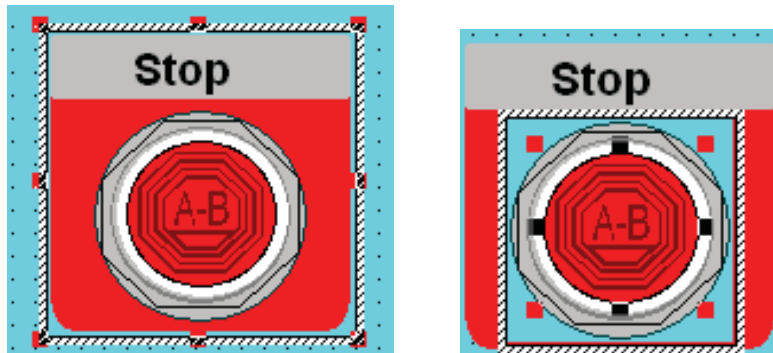


Figura 4. 38 Botones digitales



Al seleccionar el área con la cual se va a trabajar, se da clic con botón izquierdo del mouse y aparece una pantalla en la cual podemos dar animación

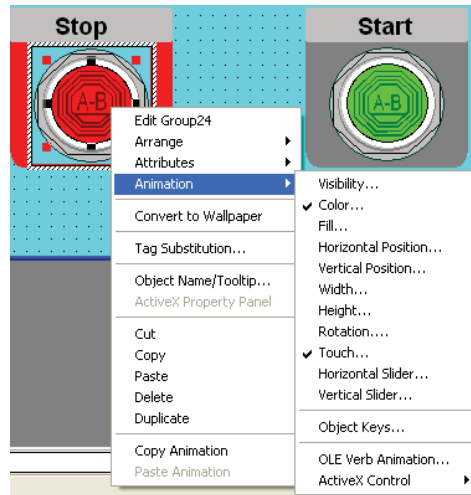


Figura 4. 39 Animación de botones

Como se muestra en la figura, aparecen las pantallas, con la cuales se da animación.

En animación, se modifica color, touch.

NOTA: no aparecen marcados, en este ejemplo aparecen ya marcadas, porque se Configuraron previamente.

Al seleccionar COLOR mostrara la otra pantalla

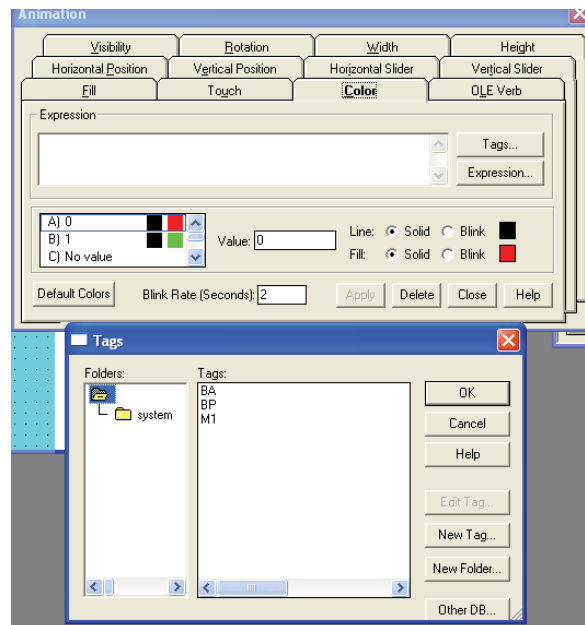


Figura 4. 40 Submenú de animación de componentes



Al aparecer esta pestaña seleccionar TAGS.

Aparece otra ventana la cual muestra los elementos del PLC y con los que se van a trabajar, en este caso es para BP.

Los colores mostrados para el elemento BP están ya por default, si se desea cambiar se modifican en BLINK y se selecciona el color. Se sugiere tomar los colores ya predeterminados y dar APPLY al hacer esto en color aparecerá con una marca, mostrando que ya ha sido configurado color.

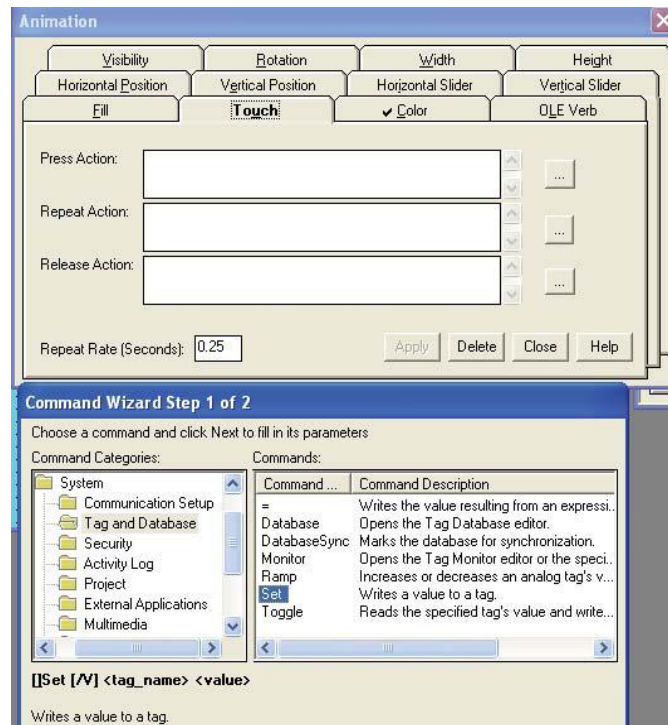


Figura 4. 41 Menú para la selección de tags

Para configurar de botón de paro BP, se pulsa set se tiene:

1) Seleccionar la pestaña que se encuentra en el círculo rojo con 1.

a) =: Escribe el valor de una tag.

b) Database: Abre el editor de la base de datos.

c) DatabaseSync: sincroniza la base de datos.

d) Monitor: Abre el editor del monitor de la base de datos o del tag

e) Set: Acciona el elemento y no queda enclavado 1= verdadero, 0=falso.

f) Toggle: Acciona el elemento y queda enclavado.

2) Configurar con la opción SET.

Seleccionar el TAG o elemento presionando el icono.

Seleccionar el valor 1

Al configurar de forma correcta el mensaje de error se elimina y aparece el icono de FINISH.

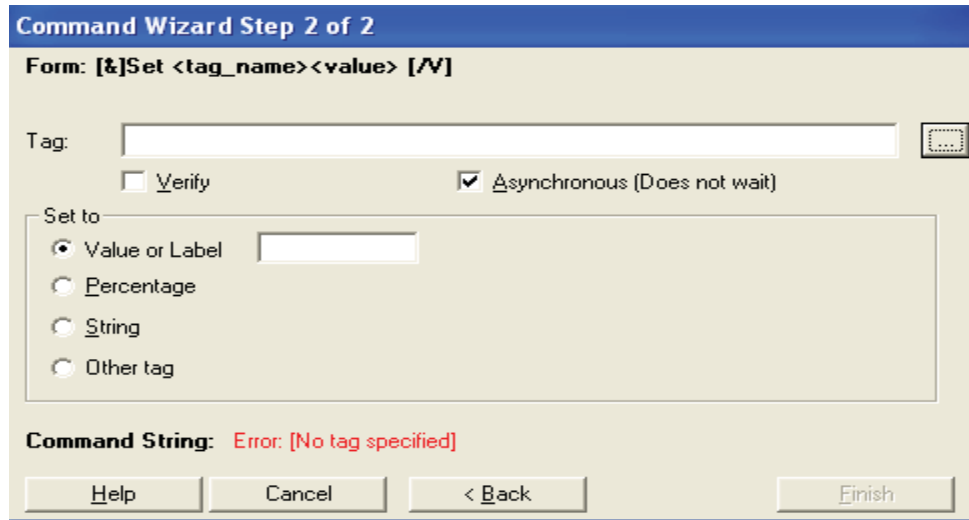


Figura 4. 42 Comandos de configuración RS view 32

Se Realizar la misma operación para cada elemento, este se comprueba si está configurado o no los botones con sus respectivos elementos.

Seleccionar el MODO RUN en el DISPLAY y para detener es NORMAL

En modo RUN presionar botón de START y monitorear el programa RSLogix 500, se observara que lo elementos cambian de estado, con el botón STAR se queda en línea.

Al terminar el programa de RSView, se va a File – Guardar como y colocar un nombre diferente de lo que se puso en el archivo cuando se abrió en New y diferente como aparece en RSLogix. Esto es muy importante para que el programa se simule.

El resultado de la HMI se muestra en la figura 4.43 donde se puede apreciar las valvulas que direccionan el flujo hacia el area de tratamiento ademas de el sensor de pH y la boma dosificadora para la cloracion del agua cuando se encuentra en la cisterma.

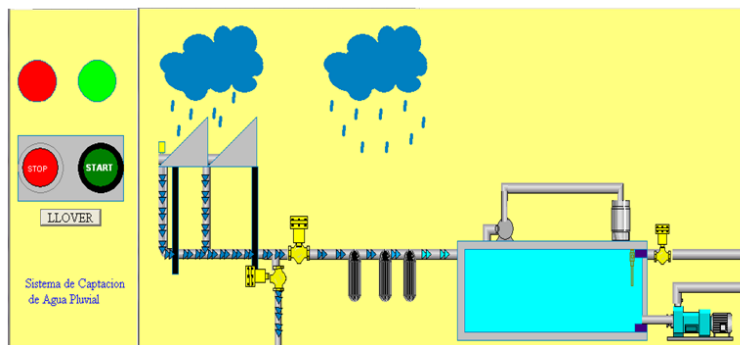


Figura 4.43 HMI del sistema de captación

Capítulo V

“Resultados”

5.1 Resultados del prototipo

5.1.1 Área de captación:

El Área de captación del prototipo se observó que no presenta ninguna falla al momento de simular la precipitación pluvial por medio de una manguera con aspersor que se manipulo manualmente.

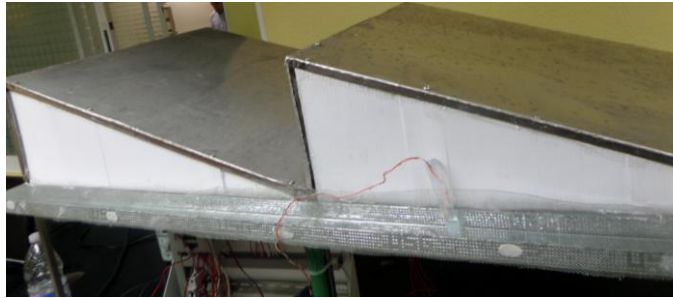


Figura 5. 1 Área de captación

5.1.2 Canalización (tuberías):

En esta parte del prototipo tampoco se encontró falla, como posibles fugas de agua, a lo largo de la tubería y en las conexiones entre los filtros usados en el prototipo ya que el caudal fluye de manera adecuada en todo el sistema. En la primera trampa de filtración (malla) en la canaleta, resultó efectiva ya que retira todos los sólidos de gran tamaño que podrían obstruir la canalización.

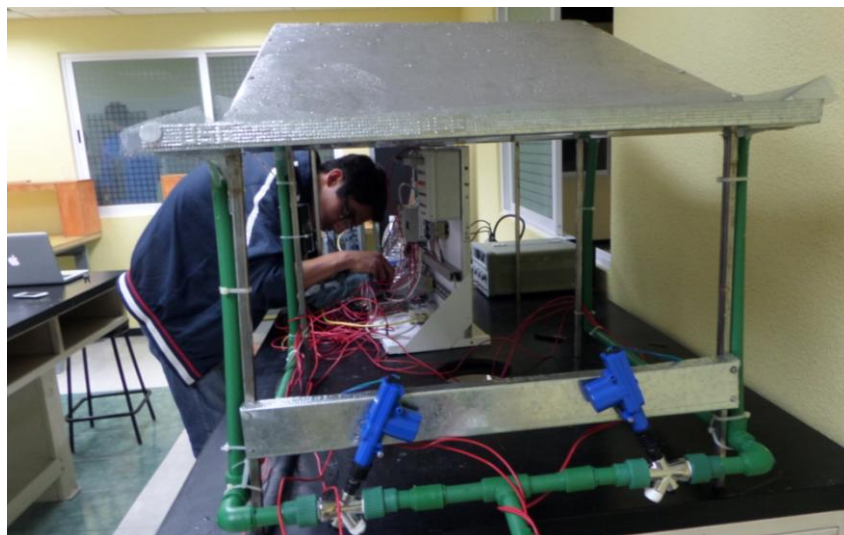


Figura 5. 2 Conducción del agua pluvial

5.1.3 Tratamiento

La parte del proceso que se refiere al tratamiento del agua pluvial (figura 5.3) muestra resultados satisfactorios ya que las características del agua como es turbidez, color, sabor y olor se presentan de forma agradable.



Figura 5. 3 Etapa de tratamiento

5.1.4 Almacenaje (cisterna)

En la cisterna se realizó la cloración del agua, obteniendo buenos resultados al retirando bacterias y microorganismos que no se pudieron eliminar en la etapa de tratamiento como se muestra en la figura 5.4.

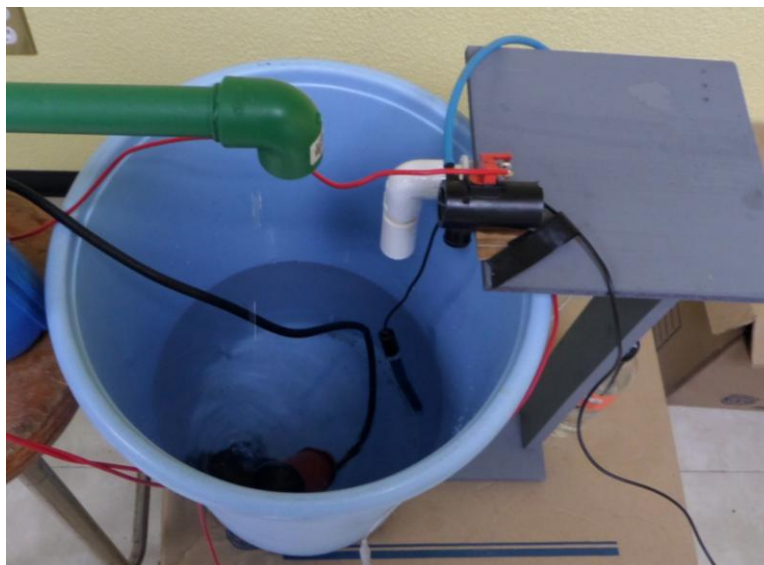


Figura 5. 4 Almacenamiento



5.1.5 Pruebas de laboratorio

Los resultados obtenidos del laboratorio de Caracterización de Materiales Área de Emisión de Plasma del Instituto Mexicano Del Petróleo como se muestra en la tabla 16 y la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION" que se muestra en la tabla 17

Elemento	Agua tratada
Na	97.5
K	66.9
Ca	28.96
Mg	19.55
Fe	0.164
Mn	0.006
Ba	0.047
As	<0.001
Cd	<0.001
Cu	0.026
Cr	<0.001
Pb	<0.001
Al	0.026
Hg	<0.001
Zn	0.59
F	1.20
Cl	91.18

Tabla 18 Resultados de laboratorio



Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

Elemento	Límite Permisible
Aluminio	0.20
Arsénico	0.01
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cloro	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Fierro	0.30
Flúor	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Zinc	5.00

Tabla 19 Características químicas del agua bajo Norma

Comparando ambas tablas se observó que las características físicas, organolépticas y químicas se encuentran en los límites permisibles que nos regula la norma para su uso.

Con base en lo anterior podemos deducir que el sistema de captación de agua pluvial propuesto funciona de manera adecuada.

5.1.6 Sistema eléctrico

Las electroválvulas diseñadas funcionaron de manera adecuada con ayuda de las condiciones de operación que proporcionaron los interruptores de flujo y nivel.

A sí mismo la bomba dosificadora no presentó ningún problema al momento de estar clorando la cisterna y monitoreándola con ayuda del sensor de pH.



Todo lo mencionado anteriormente es controlado a través del PLC y con su respectiva programación hacen que la parte eléctrica tenga un buen funcionamiento para el sistema de captación de agua pluvial.



Figura 5. 5 Conexiones al PLC



5.1.7 Conclusión

Con base en los resultados se concluyó por medio de nuestra maqueta que la captación de agua pluvial así como su tratamiento se cumplieron de acuerdo a la norma NOM-127-SSA1_1994 así mismo su monitoreo por medio de la interfaz humano maquina con ayuda del software RS View .

Además se demostró que la automatización del proceso fue efectiva por que cumple con el propósito de hacer más eficaz el proceso, este proceso pudo ser realizado gracias al programa Rslogix con el cual se realizó el método de programación.

Como cumple los objetivos el proyecto fue seleccionado para poder participar en un concurso de sustentabilidad para la escuela ESIME Zacatenco en el cual se busca aplicar proyectos que cuiden el medio ambiente y que puedan hacer que la escuela sea sustentable.



5.2 Lista de materiales

Materiales Prototipo

Material	Cantidad
Nave	1
Lámina de aluminio 60x60	2
Lámina de aluminio 60x20	2
Lámina de plástico 60x20x70	4
Canaleta 5cm ancho	4m
Malla 5cm ancho	1m
Tubo termo-fusionable 20mm (1/2")	4m
Codo 90 20mm (1/2")	5
Conector Hembra 20mm (1/2")	4
Conector Macho 20mm (1/2")	6
Te 20mm (1/2")	3
Porta filtro 10" Conexión 1/2"	2
Cartucho Carbón Bloque Watts 10 "	1
Cartucho Blanco 10"	1
Cartucho Pulidor 10"	1
Arena Sílica	1 Kg
Grava	0.5 Kg
Control p/regadera teléfono	2
Actuadores eléctricos 12V 1 Amp	2
PLC Micrologix 1100 Allen Bradley	1
Software Rockwell	1
Relevador 24V	5
Transistor Tip 41	2
Resistencia 100 K Ω	1
Resistencia 470K Ω	1
Resistencias 2.2K Ω	1

Tabla 20 Materiales Prototipo



Materiales Proyecto Real

Material	Cantidad
Filtro Carbón Activado 20"	1
Filtro Pulidor 20"	1
Filtro Arena	1
Bomba dosificadora	1
Equipo Hidroneumático modelo QHJ3/4TH58	1
Válvula de bola 4" con actuador eléctrico	1
Tubo pvc 4"	182m
Tubo pvc 1"	25m
Codos 4"	4
"T" 4"	15
Codo 1"	1
Interruptor de flujo 1"	1
Interruptor de nivel	3
PH metros	2
Adaptador de pH	1
PLC Micro 830 Allen Bradley	1
Software Rockwell	1

Tabla 21 Materiales Proyecto Real



5.3 Análisis de costos

Prototipo

En la siguiente tabla se observan los costos que se utilizarán para la realización del prototipo de captación de agua.

Material	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Nave	1	\$200.00	\$200.00
Lámina de aluminio 60x60	2	\$30.00	\$60.00
Lámina de aluminio 60x20	2	\$15.00	\$30.00
Lámina de plástico 60x20x70	4	\$15.00	\$60.00
Canaleta 5cm ancho	4m	\$10.00	\$40.00
Malla 5cm ancho	1m	\$40.00	\$40.00
Tubo termo-fusionable 20mm (1/2")	4m	\$34.51 (4m)	\$34.51
Codo 90 20mm (1/2")	5	\$2.00	\$10.00
Conector Hembra 20mm (1/2")	4	\$12.66	\$50.64
Conector Macho 20mm (1/2")	6	\$14.56	\$87.36
Te 20mm (1/2")	3	\$3.20	\$9.60
Porta filtro 10" Conexión 1/2"	2	\$150.00	\$300.00
Cartucho Carbón Bloque Watts 10 "	1	\$101.50	\$101.50
Cartucho Blanco 10"	1	\$50.00	\$50.00
Cartucho Pulidor 10"	1	\$100.00	\$100.00
Arena Sílica	1 Kg	\$8.00	\$8.00
Grava	0.5 Kg	\$10.00	\$10.00
Control p/regadera teléfono	2	\$27.76	\$55.52
Actuadores eléctricos 12V 1 Amp	2	\$25.00	\$50.00
Relevador 24V	5	\$18.00	\$90.00
Transistor Tip 41	2	\$8.00	\$16.00
Resistencia 100 K Ω	1	\$0.20	\$0.20
Resistencia 470K Ω	1	\$0.20	\$0.20
Resistencias 2.2K Ω	1	\$0.20	\$0.20

Tabla 22 Costos Prototipo

Costo Total: \$ 1,403.73



Proyecto Real

En la siguiente tabla se observan los costos de dicho proyecto al aplicarlo en las instalaciones de Lab Pesados 1 ESIME Zacatenco.

Material	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Filtro Carbón Activado 20"	1	\$1007.00	\$1007.00
Filtro Pulidor 20"	1	\$1200.00	\$1200.00
Filtro Arena	1	\$750.00	\$750.00
Bomba dosificadora	1	\$4000.00	\$4000.00
Equipo Hidroneumático modelo QHJ3/4TH58	1	\$3610.00	\$3610.00
Válvula de bola 4" con actuador eléctrico	1	\$4000.00	\$4000.00
Tubo pvc 4"	182m	\$64	\$11648.00
Tubo pvc 1"	25m	\$6.87	\$171.75
Codos 4"	4	\$132	\$528.00
"T" 4"	15	\$196	\$2940.00
Codo 1"	1	\$7.20	\$7.20
Interruptor de flujo 1"	1	\$1300.00	\$1300.00
Interruptor de nivel	3	\$900.00	\$2700.00
PH metros	2	\$700.00	\$1400.00
Adaptador de pH	1	\$600.00	\$600.00
PLC Micro 830 Allen Bradley	1	\$3500.00	\$3500.00

Tabla 23 Costos Proyecto Real

Costo Total: \$ 39,361.95

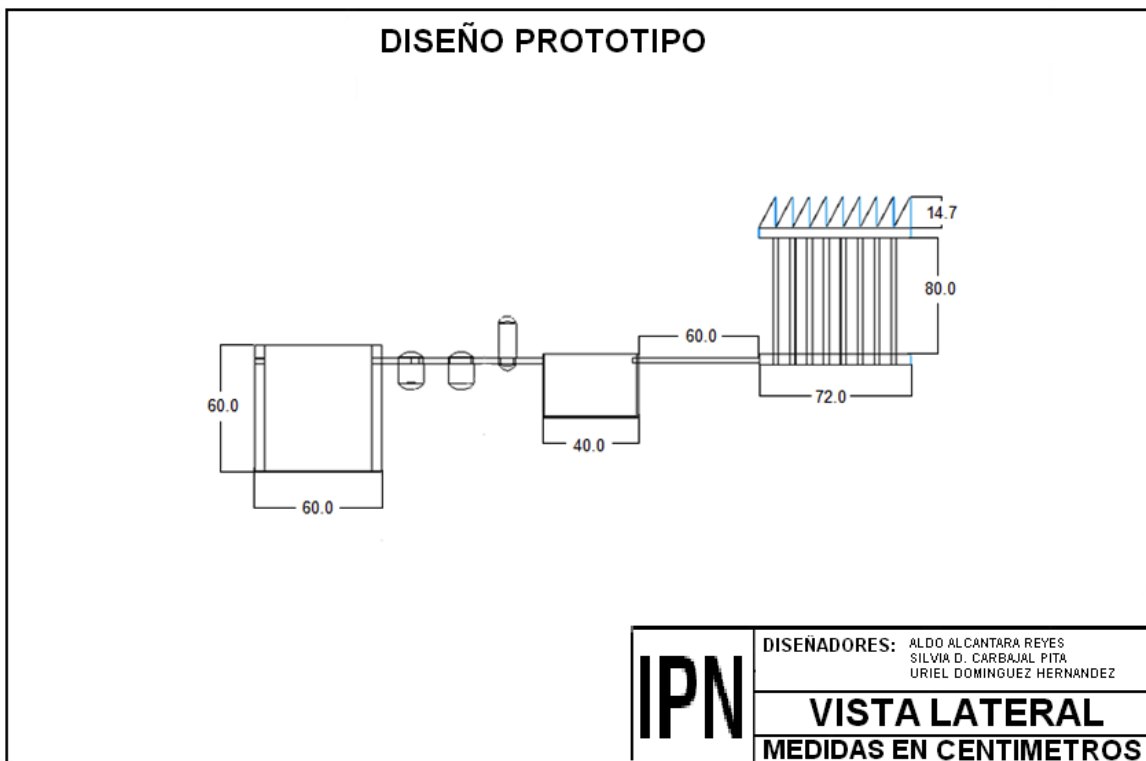
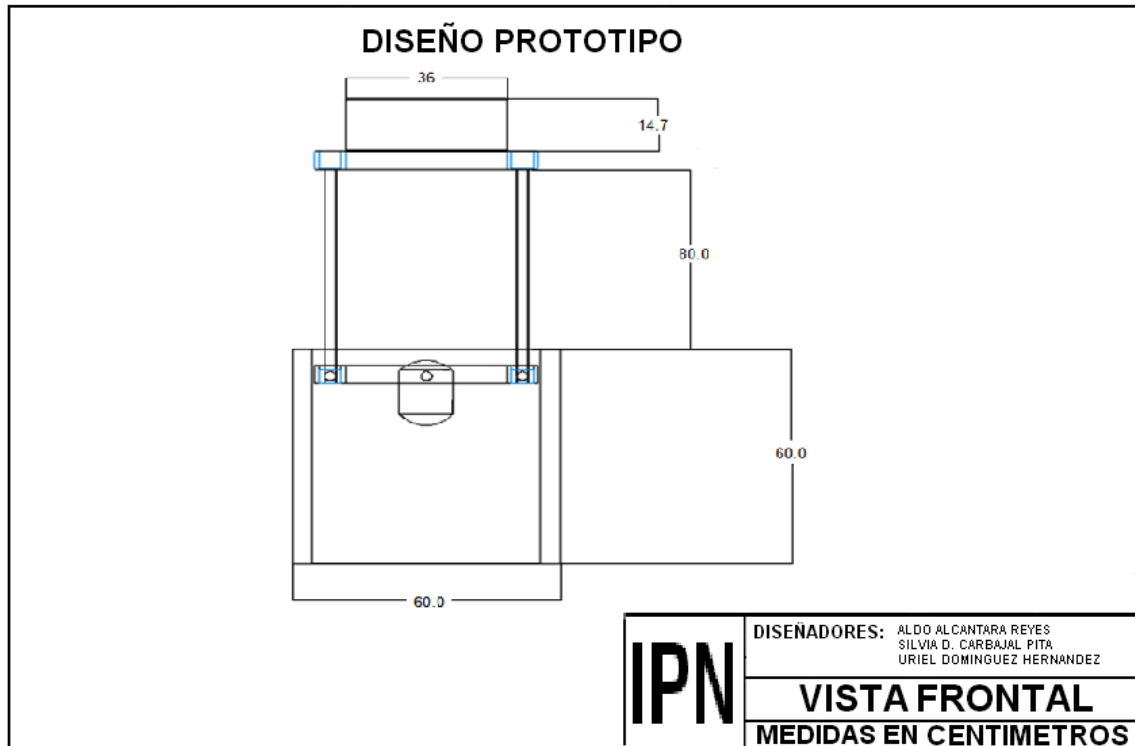
Referencias

- [1] Allen Bradley, Mexico 2013, Micro800
<http://www.ab.com/programmablecontrol/micro/micro800/get/virtualbrochure/ES/>
- [2] Centro Mexicano de Derecho Ambiental CEMDA, México 2012, Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental FEA, El agua en México: lo que todas y todos debemos saber
- [3] CIDECALLI-CP, México Michoacán 2007, Sistema de Captación del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano (COLPOS 1)
- [4] Comisión Nacional del Agua CONAGUA, México 2012 Resumen Climatológico México
- [5] Control de la Contaminación red Automática de Monitoreo Atmosférico, Dirección General de Prevención, Gobierno del Distrito Federal y Secretaría del Medio Ambiente, México Distrito Federal 2011, Lluvia acida
- [6] Frost Restori Alberto, Centro Internacional De Demostración Y Capacitación En Aprovechamiento Del Agua De Lluvia, Antecedentes De La Captación Del Agua De Lluvia
- [7] Garrido Hoyos Sofía, 17 de Mayo de 2012, Sistemas de captación, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de agua de lluvia en zonas urbanas <http://puera.imta.mx/index.php/avisos/2-avisos/39-sistemas-de-captacion-almacenamiento-tratamiento-y-aprovechamiento-de-agua-de-lluvia-en-zonas-urbanas>
- [8] Hidro soluciones pluviales, Mexico 22/12/12, Captación en el mundo, <http://hidropluviales.com/?p=596>
- [9] Honorio Barrientos Echegaray y Jonny Tello Yarin, 2012, Purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad
- [10] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina 2008, Uso y mantenimiento de los aljibes, Capacitación en agua potable.
- [11] Norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano - imites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".

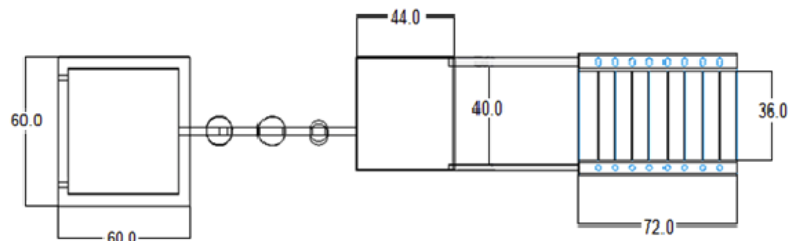


ANEXOS

Diseño Prototipo

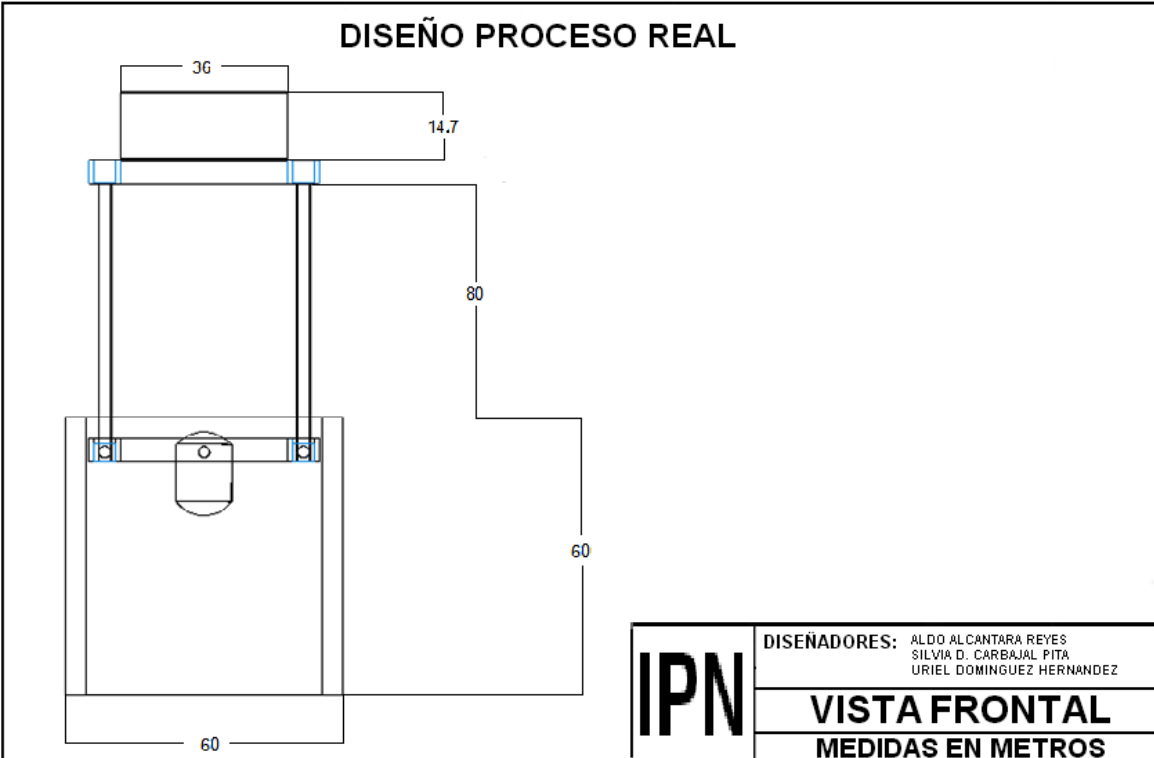
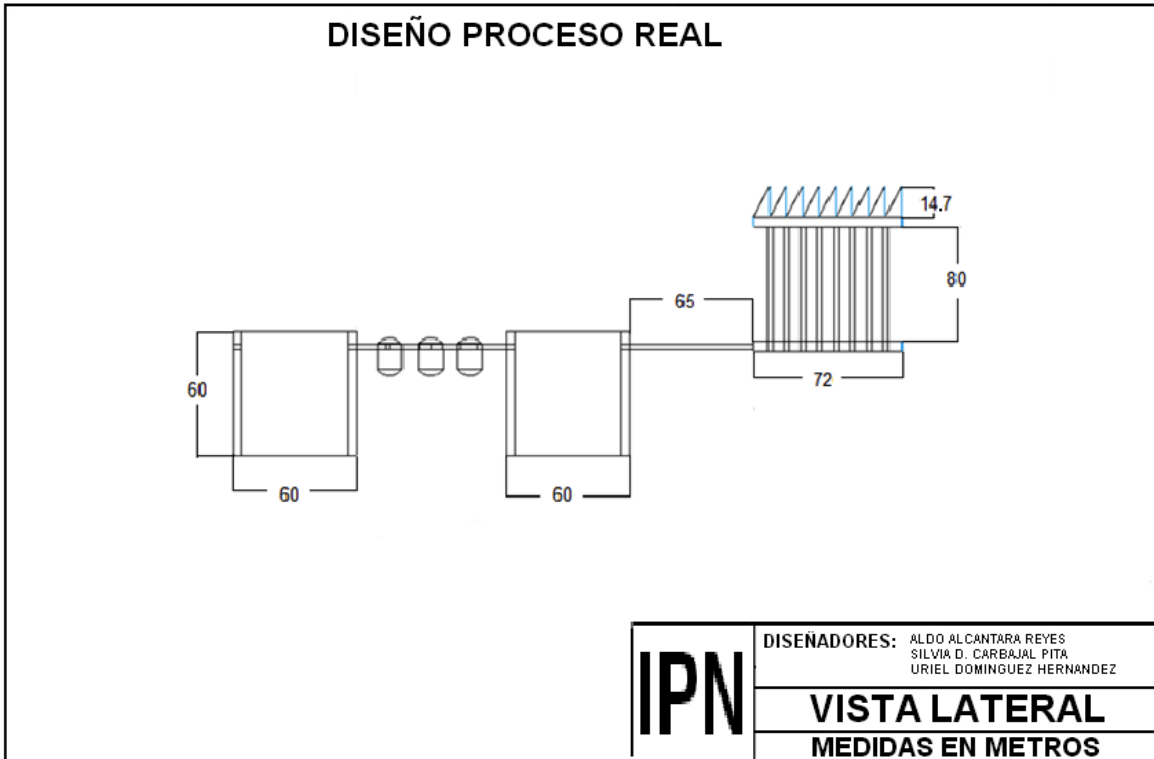


DISEÑO PROTOTIPO

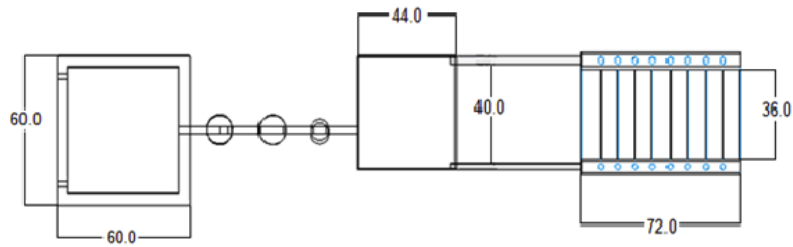


IPN	DISEÑADORES: ALDO ALCANTARA REYES SILVIA D. CARBAJAL PITA URIEL DOMINGUEZ HERNANDEZ
	VISTA SUPERIOR
	MEDIDAS EN CENTIMETROS

Diseño del proceso real



DISEÑO PROTOTIPO



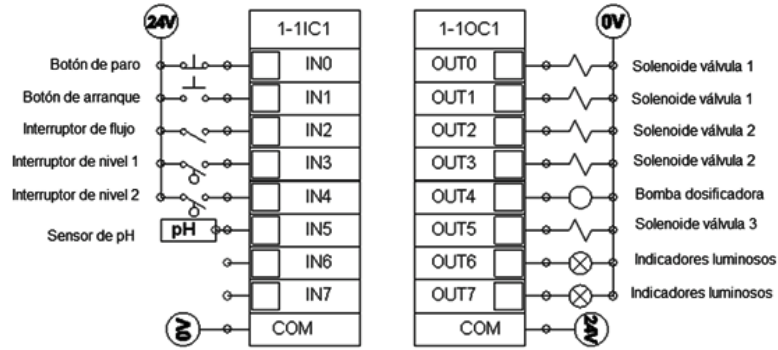
IPN

DISEÑADORES: ALDO ALCANTARA REYES
SILVIA D. CARBAJAL PITA
URIEL DOMINGUEZ HERNANDEZ

VISTA SUPERIOR
MEDIDAS EN CENTIMETROS

Conexiones

DIAGRAMA CONEXIONES ELECTRICAS DEL PLC



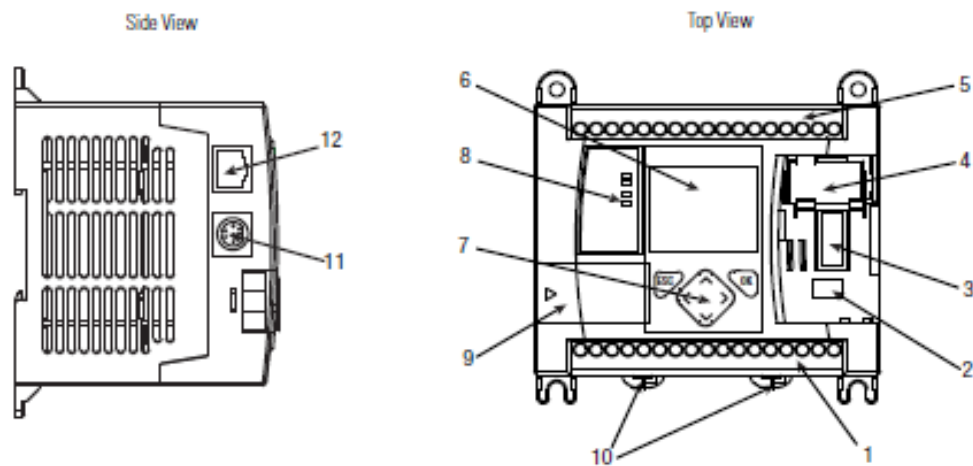
IPN	DISEÑADORES: ALDO ALCANTARA REYES SILVIA D. CARBAJAL PITA URIEL DOMINGUEZ HERNANDEZ
	CONEXIONES ELECTRICAS

Hardware Overview

Hardware Features

The Bulletin 1763, MicroLogix 1100 programmable controller contains a power supply, input and output circuits, a processor, an isolated combination RS-232/485 communication port, and an Ethernet port. Each controller supports 18 I/O points (10 digital inputs, 2 analog inputs, and 6 discrete outputs).

The hardware features of the controller are shown below.




Hardware Features

Feature	Description	Feature	Description
1	Output Terminal Block	7	LCD Keypad (ESC, OK, Up, Down, Left, Right)
2	Battery Connector	8	Status LED indicators
3	Bus Connector Interface to Expansion I/O	9	Memory Module Port Cover ⁽¹⁾ -or- Memory Module ⁽²⁾
4	Battery	10	DIN Rail Latches
5	Input Terminal Block	11	RS-232/485 Communication Port (Channel 0, isolated)
6	LCD	12	Ethernet Port (Channel 1)

⁽¹⁾ Shipped with controller.

⁽²⁾ Optional equipment.




 INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO	INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES ÁREA DE EMISIÓN DE PLASMA CLAVE: AEP-0611
	INFORME DE ENSAYO /SERVICIO

FECHA DE EMISION: 06/05/2013	HOJA 1 DE 1
------------------------------	-------------

DATOS DEL LABORATORIO

UBICACIÓN: IMP- Sede Edif. 24-Cubículo 012	
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: AGUA	UNIDADES: mg/L

AGUA TRATADA	
Na	95.7
K	66.9
Ca	28.96
Mg	19.55
Fe	0.164
Mn	0.006
Ba	0.047
As	<0.001
Cd	<0.001
Cu	0.025
Cr	<0.001
Pb	<0.001
Al	0.026
Hg	<0.001
Zn	0.59
F	1.20
Cl	91.18

DOCUMENTOS QUE SE ANEXAN:	
REALIZÓ LA PRUEBA:	SUPERVISÓ TÉCNICAMENTE LOS RESULTADOS:
IQI. Litza Haya Zoraya Carbajal Pita (LHZCP) IQI. Berenice Adiel Nolasco Estrella (BANE) Tec. Alberto Carmona Badillo (ACB)	 M. en C. Antonio Rojas Amaro RESPONSABLE DEL ÁREA DE EMISIÓN DE PLASMA Ext.:8468,8469 , Email:arojas@imp.mx

Este informe no debe ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio
 Este informe solo afecta a las muestras reportadas y sometidas a prueba
 El laboratorio está en la mejor disposición de recibir comentarios, quejas o sugerencias del servicio proporcionado.
 MACROPROCESO 05LA PROPORCIONA
 SERVICIOS DE LABORATORIO

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
 Eje Central Lázaro Cárdenas Norte No. 152
 Col. San Bartolo Atepehuacán, MÉXICO, D.F. C.P. 07730
 (Para laboratorios con secciones foráneas anotar la dirección de la sección)

05LA-03-05-FG-16 Versión 1.1 MAP



-----ACTA CIRCUNSTANCIADA-----

-----EN LA CIUDAD DE MÉXICO, DISTRITO FEDERAL, SIENDO LAS 11:30 HORAS DEL DÍA 06 DEL MES DE MARZO DEL AÑO DOS MIL TRECE, ESTANDO PRESENTES EN LA SUBDIRECCIÓN DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACIÓN SOCIAL, UBICADA EN EL EDIFICIO 2 PRIMER PISO, DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA UNIDAD ZACATENCO. EN PRESENCIA DE LOS CC. ING. RAFAEL NAVARRETE ESCALERA DIRECTOR DE LA ESIME-ZACATENCO Y EL DR. JUAN JOSÉ MUÑOZ CESAR SUBDIRECTOR DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACIÓN SOCIAL, A EFECTOS DE INTEGRAR EL COMITÉ DE SUSTENTABILIDAD DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, UNIDAD ZACATENCO.-----

-----DERIVADO DE LA REUNIÓN SOSTENIDA EN LA SALA DE JUNTAS DE LA SUBDIRECCIÓN DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACIÓN SOCIAL EL DÍA 26 DE FEBRERO DE 2013 SE DESPRENDE QUE EL COMITÉ DE SUSTENTABILIDAD DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA UNIDAD ZACATENCO ESTARÁ CONFORMADO POR:-----

-----ING. RAFAEL NAVARRETE ESCALERA, DIRECTOR DE LA ESIME-ZACATENCO.-----
-----DR. JUAN JOSÉ MUÑOZ CESAR, SUBDIRECTOR DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACION SOCIAL.-----

- M. EN C. MIRIAM GÓMEZ ÁLVAREZ, REPRESENTANTE DEL PERSONAL DOCENTE.-----
- ING. ALEJANDRA MONTES SERVIN, REPRESENTANTE DEL PERSONAL DOCENTE.-----
- DRA. IRMA SOLIS GARCÍA, JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESTUDIANTILES.-----
- C.P. LUIS JESÚS MARTÍNEZ LORENZO, JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS MATERIALES.-----
- ING. EMILIANO MANUEL GUZMAN SALGADO, JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y-----
- SERVICIOS.-----
- C. JORGE CEDILLO COBOS, REPRESENTANTE DE LA UNIDAD DE PROTECCION CIVIL.-----
- DRA. DIANA RODRIGUEZ CERDA, REPRESENTANTE DEL PERSONAL DE APOYO Y ASISTENCIA.-----

- C. JUAN CARLOS CASILLAS SAMPERIO, REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL.-----
- C. JULIO RICARDO FRANCO GILES, REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL.-----
- C. GUSTAVO DURAN HERRERA, REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL.-----
- C. ALDO ALCANTARA REYES, REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL.-----
- C. LUIS ALBERTO CANTERA CANTERA, REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL.-----

---ASÍ MISMO EN ESTE ACTO SE HACE CONSTAR QUE LAS PERSONAS ARRIBA SEÑALADAS HAN SIDO NOMBRADOS INTEGRANTES DEL COMITÉ DE SUSTENTABILIDAD, POR VOLUNTAD DE LOS MISMOS, COMPROMETIÉNDOSE A REALIZAR LLEVAR A CABO LAS ACCIONES NECESARIAS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL MISMO.-----


---SIENDO TODO LO QUE SE HACE CONSTAR, SE LEVANTA LA PRESENTE ACTA CIRCUNSTANCIADA PARA LOS EFECTOS LEGALES PROCEDENTES FIRMANDO DE CONFORMIDAD los presentes, dese vista del levantamiento de la misma al comité politécnico para la sustentabilidad, SE EXTIENDE LA PRESENTE EN ORIGINAL Y 5 COPIAS UTILES, SIENDO LAS 13:30 HORAS DEL DÍA DE SU FECHA.-----

Montes Servin A.


Montes Servin A.



ING RAFAEL NAVARRETE ESCALERA
DIRECTOR DE LA ESIME- ZACATENCO

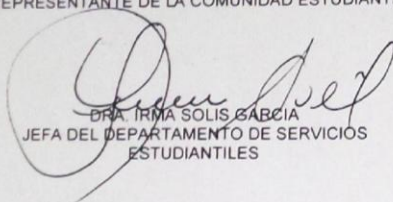

DR. JUAN JOSÉ MUÑOZ CÉSAR
SUBDIRECTOR DE SERVICIOS EDUCATIVOS E
INTEGRACIÓN SOCIAL

M EN C MIRIAM GÓMEZ ÁLVAREZ
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL


DRA. DIANA RODRÍGUEZ CERDA
REPRESENTANTE DEL PERSONAL DE APOYO
Y ASISTENCIA

Montes Servin A.
ING ALEJANDRA MONTES SERVIN
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL

C. JUAN CARLOS CASILLAS SAMPERIO
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL



DRA. IRMA SOLÍS GARCÍA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS
ESTUDIANTILES


C. JULIO RICARDO FRANCO GILES
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL

C.P. LUIS JESÚS MARTÍNEZ LORENZO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS
MATERIALES

C. GUSTAVO DURAN HERRERA
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL

ING. EMILIANO MANUEL GUZMAN SALGADO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Y SERVICIOS


C. ALDO ALCANTARA REYES
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL


C. JORGE CEDILLO COBOS
REPRESENTANTE DE LA UNIDAD DE PROTECCIÓN CIVIL

C. LUIS ALBERTO CANTERA CANTERA
REPRESENTANTE DE LA COMUNIDAD ESTUDIANTIL

ACTUADOR ELÉCTRICO

Aplicación:

- * Para automatización y control de flujo a distancia de Válvulas de esfera y mariposa.

Características generales :

- * Los Actuadores Eléctricos UM-1 al UM-6 son aptos para montaje en válvulas ISO 5211
- * Las serie UM son bajo consumo, alta eficacia y motor protegido a la humedad.
- * Todas las uniones vienen con sellos a prueba de humedad IP67 aptos para trabajos a la intemperie
- * Velocidad estabilizada para impedir golpes de ariete.
- * Seis UM vienen con indicador de posición.
- * límite de carrera con señal para indicador
- * Fabricados en "AA" (Nylon o aluminio, para resistir calor ácidos alcalinos, agua y polvo.
- * Voltajes estándar: 220 VAC // 24 DC
- * Otros voltajes a pedido.

Cuidados

- * Mantener actuadores eléctricos fuera de áreas de gas o elementos químicos o explosivos.
- * Chequear correctamente voltaje y tendido de líneas eléctricas.
- * Parte interior limpias antes de instalar.
- * Ajuste la válvula en posición abierta, ajuste el cam (si es necesario) después de realizar el ajuste asegurese de apretar tornillo
- * Después de finalizar ajustes chequear apriete de pernos.
- * Prohibido girar válvula, encontrándose bloqueada o en servicio.



Código	Modelo	Voltaje	Valv. Bola	Valv Bola	Válvula Bola	Válvula	Peso
			Flange	Hilo	Tres Vías	Mariposa	
16VBA	UMS	220 VAC		1/2" a 1"	1/2" a 3/4"		1
16VBA	UM-1	110 VAC	1/2" a 1"	1/2" a 1,1/2"	1/2" a 1"		1,6
16VBA		220 VAC					
16VBA		24 VDC					
16VBA	UM-2	110 VAC	1,1/4" a 2"	1" a 2"	1,1/4" a 1,1/2"	2" a 3"	2,3
16VBA		220 VAC					
16VBA		24 VDC					
16VBA	UM-3	220 VAC	1,1/4" a 3"	1,1/4" a 3"	2,1/2"	2" a 4"	4,2
16VBA		24 VDC					
16VBA		220 VAC					
16VBA	UM-3-1	220 VAC	1,1/4" a 3"	1,1/4" a 3"	2,1/2"	2" a 4"	7
16VBA		24 VDC					
16VBA	UM-4	220 VAC	2,1/2" a 3"	2,1/2" a 3"	2,1/2"	4" a 5"	7
16VBA		24 VDC					
16VBA	UM-4-1	220 VAC	2,1/2" a 3"	2,1/2" a 3"	2,1/2"	4" a 5"	8,5
16VBA		24 VDC					
16VBA	UM-6	220 VAC	5" a 6"		4" a 5"	10" a 12"	9,2
16VBA		24 VDC					
16VBA	UM-10	220 VAC	8" a 10"			14" a 16"	34

Nota: Actuadores Electricos Mod. UM-3-1 , UM-4-1 , UM-6 y UM-10 son con volantes

**funcosa**

Bombas e hidroneumáticos FUNCOSA



LISTA DE PRECIOS

DESCUENTO

EQUIPOS HIDRONEUMÁTICOS

Código	Bomba	HP	Tanque	Litros	Precio
QHP12TH24	Periférica	1/2	H (inox)	24	\$2,558.20
QHP12TH36	Periférica	1/2	H	24	\$1,725.82
QHP12TH36	Periférica	1/2	H	36	\$2,012.52
QHP34TH24	Periférica	3/4	H (inox)	24	\$2,919.75
QHP34TH24	Periférica	3/4	H	24	\$2,089.37
QHP34TH36	Periférica	3/4	H	36	\$2,376.07
QHP34TH48	Periférica	3/4	H (inox)	48	\$3,262.00
QHP34TH48	Periférica	3/4	H	48	\$2,671.51
QHP1TH36	Periférica	1	H	36	\$2,578.98
QHP1TH48	Periférica	1	H (inox)	48	\$4,182.82
QHP1TH48	Periférica	1	H	48	\$2,874.42
QHP1TH58	Periférica	1	H	58	\$3,071.59
QHP1TH78	Periférica	1	H	78	\$3,480.04
QHP1TH95	Periférica	1	H	95	\$3,748.72
QUJ12TH24	Jet	1/2	H (inox)	24	\$3,314.09
QUJ12TH24	Jet	1/2	H	24	\$2,483.71
QUJ12TH36	Jet	1/2	H	36	\$2,770.41
QUJ34TH24	Jet	3/4	H (inox)	24	\$3,774.09
QUJ34TH34	Jet	3/4	H	24	\$2,943.71
QUJ34TH36	Jet	3/4	H	36	\$3,230.41
QUJ34TH48	Jet	3/4	H (inox)	48	\$4,814.25
QUJ34TH48	Jet	3/4	H	48	\$3,525.85
QUJ34TH58	Jet	3/4	H	58	\$3,723.02
QUJ34TH78	Jet	3/4	H	78	\$4,111.47
QUJ34TH95	Jet	3/4	H	95	\$4,400.15
QUJ1TH24	Jet	1	H (inox)	24	\$4,274.09
QUJ1TH24	Jet	1	H	24	\$3,243.71
QUJ1TH36	Jet	1	H	36	\$3,530.41
QUJ1TH48	Jet	1	H (inox)	48	\$5,154.25
QUJ1TH48	Jet	1	H	48	\$3,825.85
QUJ1TH58	Jet	1	H	58	\$4,023.02
QUJ1TH78	Jet	1	H	78	\$4,411.47
QUJ1TH95	Jet	1	H	95	\$4,700.15
QUJ1TH200	Jet	1	H	200	\$9,049.39
QUJ1TH300	Jet	1	H	300	\$9,956.69
QUJ12TH48	Jet	1 1/2	H (inox)	48	\$5,229.25
QUJ12TH48	Jet	1 1/2	H	48	\$3,940.85
QUJ12TH58	Jet	1 1/2	H	58	\$4,138.02
QUJ12TH78	Jet	1 1/2	H	78	\$4,526.47
QUJ12TH95	Jet	1 1/2	H	95	\$4,815.15
QUJ12TH200	Jet	1 1/2	H	200	\$9,164.39
QUJ12TH300	Jet	1 1/2	H	300	\$10,071.69

**KIT TANQUES PARA HIDROS**

Código	Litros	Precio
QT24HMKIT	24	\$758.71
QT36HMKIT	36	\$1,045.41
QT48HMKIT	48	\$1,340.86
QT58HMKIT	58	\$1,538.02
QT78HMKIT	78	\$1,826.47
QT95HMKIT	95	\$2,215.15
QT200HMKIT	200	\$6,564.39
QT300HMKIT	300	\$7,471.69

Incluye: Manguera, presostato, unión de 3 ó 5 vías y manómetro
TODOS LOS TANQUES CUENTAN CON MEMBRANA**KIT TANQUES INOXIDABLES PARA HIDROS**

Código	Litros	Precio
QT24HMKIT	24	\$1,589.09
QT48HMKIT	48	\$2,829.25

Incluye: Manguera, presostato, unión de 3 ó 5 vías y manómetro
TODOS LOS TANQUES CUENTAN CON MEMBRANA**MANGUERA PARA TANQUE**

Código	Medida (manguera)	Precio
QMANG3025	80 cms x 1"	\$125.21
QMANG12025	120 cms x 1"	\$239.50

**PRESOSTATO**

Código	Descripción	Precio
QPRES	Switch de presión	\$101.39

**BRIDA INOXIDABLE PARA TANQUE**

Código	Descripción	Precio
QBRIDAINOX	1000B	\$108.83

**CAPACITOR**

Código	Descripción	Precio
QCAP30	30 MF	\$46.68
QCAP60	60 MF	\$72.52
QCAP90	90 MF	\$94.23

**MEMBRANA PARA TANQUE**

Código	Litros	Precio
QMEMB24	24	\$78.67
QMEMB60	60	\$263.97
QMEMB80	80	\$358.83
QMEMB300	300	\$1,423.01

**MANÓMETRO**

Código	Precio
QMAN	\$49.46

**UNIÓN 3 VÍAS**

Código	Descripción	Precio
A01DU3V	3 vías	\$56.40

**CONJUNTO PARA HIDRONEUMÁTICO**

Código	Descripción	Precio
Q01PRESSMANU3V	Unión de 3 vías Presostato Manómetro	\$186.20



LF-29 - Vigencia a partir del 6 de marzo del 2013

20

Los precios no incluyen IVA

funcosa

**HIDRONEUMÁTICO
CON BOMBA JET
QHJ**

Tanques de expansión de membrana intercambiable; la presión de precarga presente en el tanques garantiza una reserva de agua además de reducir el número de arranques de la bomba conectada.



www.funcosa.com.mx

**FICHA TÉCNICA
QHJ/01**

CARACTERÍSTICAS

POTENCIAS Y CAPACIDADES

Código	Bomba	HP	Tanque	Litros
QHJ1/2THIN24	Jet	1/2	H (Inox)	24
QHJ1/2TH24	Jet	1/2	H	24
QHJ1/2TH36	Jet	1/2	H	36
QHJ3/4THIN24	Jet	3/4	H (Inox)	24
QHJ3/4TH24	Jet	3/4	H	24
QHJ3/4TH36	Jet	3/4	H	36
QHJ3/4THIN48	Jet	3/4	H (Inox)	48
QHJ3/4TH48	Jet	3/4	H	48
QHJ3/4TH58	Jet	3/4	H	58
QHJ3/4TH78	Jet	3/4	H	78
QHJ3/4TH95	Jet	3/4	H	95
QHJ1THIN24	Jet	1	H (Inox)	24
QHJ1TH24	Jet	1	H	24
QHJ1TH36	Jet	1	H	36
QHJ1THIN48	Jet	1	H (Inox)	48
QHJ1TH48	Jet	1	H	48
QHJ1TH58	Jet	1	H	58
QHJ1TH78	Jet	1	H	78
QHJ1TH95	Jet	1	H	95
QHJ112THIN48	Jet	1 1/2	H (Inox)	48
QHJ112TH48	Jet	1 1/2	H	48
QHJ112TH58	Jet	1 1/2	H	58
QHJ112TH78	Jet	1 1/2	H	78
QHJ112TH95	Jet	1 1/2	H	95

Membrana: certificadas para uso alimentario.

Materia: EPDM o Butyl (-10 a 70°C)

Máxima temperatura de trabajo del sistema: 99°C

Tanque: Acero al carbón con válvula de carga mecánica con protección.

Pintura: Electrostática en polvo epoxi-poliéster, color azul.

Presostato: Switch de presión.

Manómetro: rango de presión de trabajo 0 a 6 kg/cm²

Tubo flexible: 1" x 600 mm x 1"; terminales rosca exterior y rosca interior 1" NPT.

Conexión 3 vías: latón, rosca interior y exterior 1" NPT.

BOMBA TIPO JET

Código	Potencia		H Max (mts)	H(mts)	Q(L/min)	Conexiones	
	HP	W				Succ	Des
QB1/2	1/2	370	32	30 - 10	10 - 40	1"	1"
QB3/4	3/4	550	40	38 - 13	16 - 40	1"	1"
QB1	1	750	46	44 - 15	20 - 84	1"	1"
QB11/2	1 1/2	1100	52	50 - 20	20 - 88	1"	1"

Cuerpo de la bomba: Hierro fundido o acero inoxidable

Soporte del motor: Aluminio

Impulsor: Latón o plástico

Eje del motor: SS420 o CS45#

Sello mecánico: Cerámica – grafito

Motor eléctrico: Monofásico 127V – 60Hz con capacitor y protección térmica por

INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTO DE AGUA

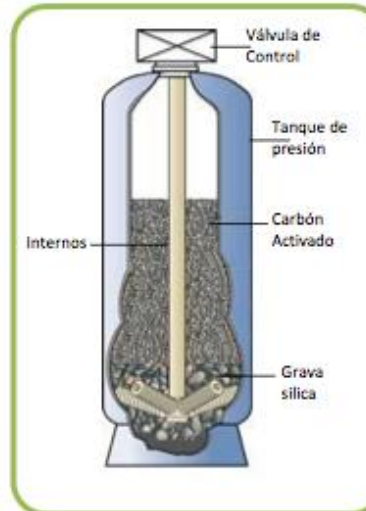
Filtros de Carbón Activado



Los Filtros de Carbón Activado **Osmofilt** contienen carbón activado de Concha de Coco ó carbón Activado Mineral para remover cloro, olor y sabor del agua.

Incluyen:

- Tanque de presión fabricado en Fibra de Vidrio reforzado o Acero al Carbón.
- Válvula de control ya sea Manual o Automática.
- Carga de Materiales Filtrantes
- Accesorios internos: distribuidor superior y colector inferior.



FLUJO DE SERVICIO

MODELO	EXCELENTE		NORMAL		PICO	
	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM
OSMOFC-0.75	6.60	1.75	7.93	2.09	13.20	3.49
OSMOFC-1.0	8.40	2.21	10.03	2.65	16.70	4.42
OSMOFC-1.5	10.20	2.70	12.26	3.24	20.40	5.40
OSMOFC-2.0	14.80	3.90	17.71	4.68	29.50	7.80
OSMOFC-2.5	17.40	4.60	20.89	5.52	34.80	9.20
OSMOFC-3.0	20.20	5.34	24.28	6.41	40.50	10.69
OSMOFC-4.0	26.30	6.95	31.57	8.34	52.60	13.90
OSMOFC-5.0	33.40	8.84	40.13	10.60	66.90	17.67
OSMOFC-7.0	45.50	12.03	54.62	14.43	91.0	24.05
OSMOFC-10	59.50	15.71	71.34	18.85	118.90	31.42
OSMOFC-15	92.90	24.54	111.47	29.45	185.80	49.09
OSMOFC-20	133.80	35.35	160.56	42.42	267.60	70.70
OSMOFC-30	182.10	48.10	218.47	57.72	364.10	96.20
OSMOFC-40	238.0	62.85	285.46	75.42	475.80	125.70
OSMOFC-55	410.0	108.20	491.60	129.88	819.30	216.47

- Para flujos mayores pueden colocarse en paralelo.
- El Carbón Activado puede ser Vegetal o Mineral
- Para aplicaciones especiales comunicarse a Osmofilt.

T. (55) 5306.9195
(55) 5306.6242

www.osmofilt.com.mx

info@osmofilt.com.mx

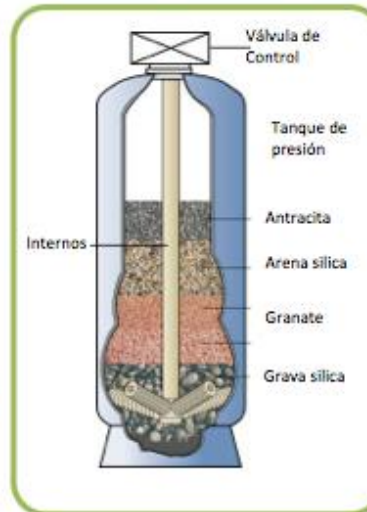
INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTO DE AGUA

Filtros Multimedia/Lecho Profundo



Los Filtros Multimedia/ Lecho Profundo **Osmofilt** contiene materiales filtrantes que realizan la remoción de sólidos mayores a 20 micras.
Incluyen:

- Tanque de Presión fabricado en fibra de vidrio reforzado o Acero al Carbón.
- Válvula de control ya sea Manual o Automática.
- Carga de Materiales Filtrantes
- Accesorios internos: distribuidor superior y colector inferior.



FLUJO DE SERVICIO

MODELO	EXCELENTE LPM	EXCELENTE GPM	NORMAL LPM	NORMAL GPM	PICO LPM	PICO GPM
OSMOFM-0.75	13.20	3.50	16.50	4.35	20.0	5.24
OSMOFM-1.0	16.80	4.40	21.0	5.50	25.0	6.63
OSMOFM-1.5	20.40	5.40	25.5	6.80	30.70	8.10
OSMOFM-2.0	29.50	7.80	37.0	9.80	44.30	11.70
OSMOFM-2.5	34.80	9.20	43.5	11.50	52.20	13.80
OSMOFM-3.0	40.50	10.70	50.60	13.30	60.70	16.0
OSMOFM-4.0	52.50	13.90	66.0	17.30	79.0	20.90
OSMOFM-5.0	67.0	17.70	83.60	22.0	100.30	26.50
OSMOFM-7.0	91.0	24.0	114.0	30.0	137.0	36.0
OSMOFM-10	119	31.40	149.0	39.20	178.40	47.10
OSMOFM-15	186	49.0	232.0	61.30	279.0	73.60
OSMOFM-20	267.5	70.70	334.5	88.40	401.50	106.0
OSMOFM-30	364.0	96.20	455.0	120.20	546.20	144.30
OSMOFM-40	476.0	125.70	595.0	157.0	714.0	188.60
OSMOFM-55	820	216.50	1024.0	270.50	1230.0	325.0

- Para flujos mayores pueden colocarse en paralelo.
- Los materiales filtrantes pueden sustituirse por Filter Ag® ó Zeolita, dependiendo del tipo de agua efluente y calidad de filtración requerida.
- Para aplicaciones especiales comunicarse a Osmofilt.

T. (55) 5306.9195
(55) 5306.6242

www.osmofilt.com.mx

info@osmofilt.com.mx



Bombas dosificadoras de membrana alpha c

Vista general

Detalle

Inicio

Datos técnicos

Infos/Downloads

El ProMinent® alpha c es una bomba de dosificación diseñada para aplicaciones sencillas. Es especialmente adecuada para dosificaciones continuas.

Beneficios

- Buena capacidad de succión, suave carrera de dosificación y una dosificación exacta y constante.
- Construcción robusta: potente motor de polos hendidos con engranajes, carcasa resistente a golpes y a sustancias químicas de plástico reforzado con fibras de vidrio, excéntrica guiada para carrera.
- Purga automática a plena presión de servicio en fluidos vaporosos gracias a la válvula de purga con tornillo de purga integrado.
- Buena adaptación a las necesidades específicas gracias a sus 2 reducciones de transmisión y sus 4 tamaños de unidad de bombeo en 3 versiones de materiales.

Características

- Capacidad de dosificación de 1,0 a 30,6 l/h, entre 10 y 2 bar
- Ajuste de la capacidad de dosificación mediante la longitud de carrera del 0 al 100% en intervalos del 10 %.
- Ajuste de la longitud de carrera mediante la modificación del índice de excentricidad.
- Inclinación de la membrana de la posición central.
- Carrera de aspiración y dosificación de guía forzada.
- Recorrido de la carrera suave, sinusoidal para carrera de aspiración y dosificación.
- Frecuencia de la carrera constante.
- Modelos de cabezal dosificador en polipropileno PVDF y Plexi/PVC.
- Cabezal de dosificación con válvula de bola doble en el lado de aspiración e impulsión.
- Válvulas cargadas por resorte para fluidos de elevada viscosidad.
- Purga refinada para la purga automática continua.
- ENCENDIDO/APAGADO del control del suministro de corriente.



Tipo de bomba	con modelo de 50 Hz			con modelo de 60 Hz				
	bar	l/h	Impulsos/min.	bar	l/h	Impulsos/min.	Altura de aspiración m WS	Tamaño de la conexión a $\varnothing \times l \varnothing$ mm
1001	10,0	1,0	58	10,0	1,2	69	5,1	6 x 4
1002	10,0	1,8	58	10,0	2,2	69	5,1	6 x 4
1004	10,0	3,5	58	10,0	4,1	69	5,1	8 x 5
1008	10,0	7,7	128	10,0	8,9	154	5,1	8 x 5
0417	4	17,0	128	4	20,6	154	4,1	8 x 5
0230	2	30,6	128	2	34,4	154	3,1	12 x 9

Materiales en contacto con el medio por modelo

	Cabezal dosificador	Conexión de aspiración e impulsión	Juntas	Bolas de las válvulas	purga patentada
PPE	Polipropileno	Polipropileno	EPDM	Cerámica	Sí
PPB	Polipropileno	Polipropileno	FPM B*	Cerámica	Sí
NPE	Vidrio acrílico (PMMA)	PVC	EPDM	Cerámica	Sí
NPB	Vidrio acrílico (PMMA)	PVC	FPM B*	Cerámica	Sí
PVT	PVDF	PVDF	PTFE	Cerámica	Sí

Membrana de dosificación DEVELOPAN® con revestimiento PTFE en todas las versiones.

*FPM = caucho fluorado



Conectar pH

Getting Started

Checking the Contents

You should have received:

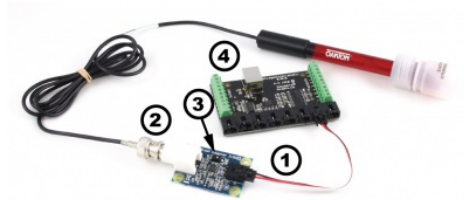
- A pH/ORP adapter board
- A sensor cable

In order to test your new Phidget you will also need:

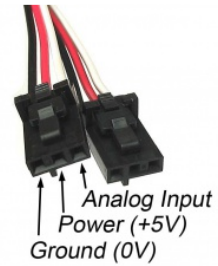
- A PhidgetInterfaceKit 8/8/8
- A USB cable
- A pH or ORP electrode

Connecting the Pieces

1. Connect the pH/ORP Adapter Board to the Analog Input #6 on the PhidgetInterfaceKit 8/8/8 board using the sensor cable. In this example, we are using a pH electrode.
2. Connect the electrode to the adapter board using the BNC connector.
3. Use the DIP switch to select pH or ORP to correspond to the type of electrode you are using.
4. Connect the InterfaceKit 8/8/8 to your PC using the USB cable.



Each Analog Input uses a 3-pin, 0.100 inch pitch locking connector. Pictured here is a plug with the connections labelled. The connectors are commonly available - refer to the [Analog Input Primer](#) for manufacturer part numbers.



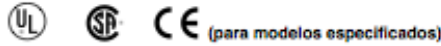


INTERRUPTORES DE FLUJO



Interruptores de flujo – Líquidos

Serie FS4-3



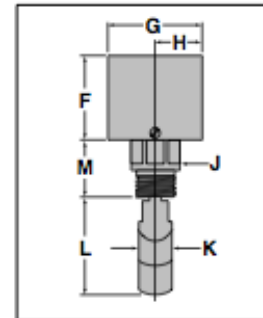
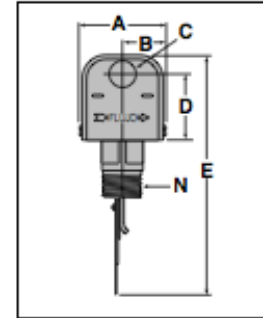
(para modelos especificados)

Interruptores de flujo líquido para uso general

- Diseño universal para amplia diversidad de usos
- Para arrancar o parar equipos eléctricos, como luces de señalización, alarmas, motores, quemadores automáticos, medidores y otros
- Reemplazo para interruptores de flujo comunes de Johnson/Penn, Potter/Taco, Watts, Hydrolevel y de otros fabricantes
- 1" NPT
- Dos preparaciones para las entradas eléctricas permitirían la conexión desde cualquier extremo
- Tornillos de manipulación suave para ajuste del flujo
- Interruptor simple polo-doble tiro de acción rápida
- Cojinetes de acero inoxidable endurecido reducen la fricción al mínimo
- Fuelles sellados de Monel
- Viene con cuatro paletas del acero inoxidable – 1", 2", 3" y 6" (25, 50, 80 y 150mm)
- Características optativas
 - Retardo de tiempo (5 ó 20 segundos)
 - Dos interruptores SPDT para hacer o romper dos circuitos separados
 - Paletas reforzadas
 - Se fabrica con materiales apropiados para líquidos corrosivos
 - Servicio para rociadores contra incendio – Sólo en modelo FS4-3F
 - Roscas BSPT
- Mínima temperatura 32°F (del fluido o ambiental) (0°C)
- Máxima temperatura 300°F (149°C)
- Máxima presión 160 psi (11.3 kg/cm²)



Serie FS4-3



Especificaciones eléctricas

Voltaje	Especif. interrupt. motor (A)		Cap. prueba
	Plena carga	Rotor bloq.	
120 VAC	7.4	44.4	125 VA a 120 ó 240 VCA
240 VAC	3.7	22.2	50 ó 60 Hz

Dimensiones, pulg. (mm)

A	B	C	D	E	F	G
3 (76)	1½ (38)	¾ (22)	2½ (56)	8¼ (211)	2¾ (75)	3¾ (86)
H	J	K	L	M	N	
1¼ (43)	1¼ (37)	1½ (29)	3¼ (87)	2¼ (52)	1 NPT	



INTERRUPTORES DE FLUJO



Tabla de especificaciones de interruptores de flujo líquido

Modelo número	Usos generales														
	Usar en tub. diá. NPT pulg.	Conexión		Piezas húmedas						Máxima presión		Temperatura fluido °F (°C)		Mínima temp. amb. °F (°C)	Caja del interruptor
		NPT	BSPT	LAVI	Acero inoxidable	Movil	Resin V	Urin	Silicona	psi	kg/cm ²	Min.	Máx.		
FS4-3 ²	1-6	*		*	*	*		*	160	11.3	32 (0)	300 (149)	32 (0)	Uso general	
FS4-3D ^{1,2}	1-6	*		*	*	*		*	160	11.3	32 (0)	300 (149)	32 (0)	Uso general	
FS4-3J ²	1-6		*	*	*	*		*	160	11.3	32 (0)	300 (149)	32 (0)	Uso general	
FS4-3RP ²	1-6	*		*	*	*		*	160	11.3	32 (0)	300 (149)	32 (0)	Uso general	
FS4-3S ²	1-6	*		*	*	*		*	160	11.3	32 (0)	300 (149)	32 (0)	Uso general	
FS5-3/4	3/4	*		*				3	150	10.5	32 (0)	250 (121)	32 (0)	Uso general	
FS5-1	1	*		*				3	150	10.5	32 (0)	250 (121)	32 (0)	Uso general	
FS5-D-3/4 ¹	3/4	*		*				3	150	10.5	32 (0)	250 (121)	32 (0)	Uso general	
FS5-D-1 ¹	1	*		*				3	150	10.5	32 (0)	250 (121)	32 (0)	Uso general	
FS5-J-1	1		*	*				3	150	10.5	32 (0)	250 (121)	32 (0)	Uso general	
FS5-DJ-3/4 ¹	3/4		*	*				3	150	10.5	32 (0)	250 (121)	32 (0)	Uso general	
FS5-S-1	1	*		*			*		150	10.5	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS5-DS-1 ¹	1	*		*			*		150	10.5	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS8-W	1-6	*		*	*	*		*	160	11.3	32 (0)	225 (107)	32 (0)	NEMA 4-X	
FS8-WJ	1-6		*	*	*	*		*	160	11.3	32 (0)	225 (107)	32 (0)	NEMA 4-X	
Aplicaciones alta sensibilidad															
FS6-3/4	3/4	*		*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS6-1	1	*		*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS6-J-3/4	3/4		*	*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS6-J-1	1		*	*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS6-W-3/4	3/4	*		*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	NEMA 4-X	
FS6-W-1	1	*		*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	NEMA 4-X	
FS6-WJ-3/4	3/4		*	*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	NEMA 4-X	
FS6-WJ-1	1		*	*				*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	NEMA 4-X	
FS1	1/2	*		*	*			*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS1-J	1/2		*	*	*			*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	Uso general	
FS1-W	1/2	*		*	*			*	100	7	32 (0)	225 (107)	32 (0)	NEMA 4-X	

1 "D" Denota 2 interruptores SPDT

2 Con paleta de acero inoxidable reforzada

3 Elastómetro etileno-propileno

4 Soldado con latón

Los interruptores de flujo NEMA 4X son impermeables al agua, herméticos al polvo y resistentes a la corrosión

Los interruptores de flujo NEMA 7, 9 están clasificados para servicios peligrosos

NOTA: NO DEBEN UTILIZARSE INTERRUPTORES PARA FLUJO LÍQUIDO EN SISTEMAS CON UN FLUJO MAYOR DE 10 PIES (3M) POR SEGUNDO.



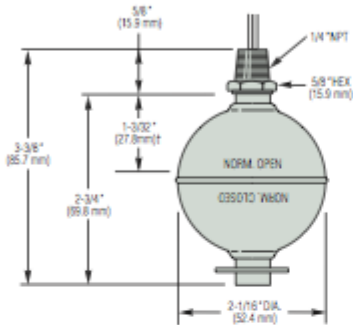
Large Size – Alloys

LS-1950 – All Stainless Steel For High Pressure and Temperature

For high performance applications, the LS-1950 provides high temperature and pressure capabilities. Materials of construction comply with FDA food contact regulations.

LEVEL SWITCHES – SINGLE POINT

Dimensions



Exceptionally accurate and rugged for higher temperatures and in pressurized or corrosive liquids. For oils, water and chemicals.

†L_s = Switch actuation level, nominal (based on a liquid specific gravity of 1.0 and N.O. dry circuit – dimension will vary for N.C. circuit).

Common Specifications

Electrical Termination: No. 18 AWG, 24" L., Polymeric Lead Wires (except Part No. 79999 which has Teflon® lead wires).

Approvals: LS-1950 Series switches are U.L. Recognized – File No. E45168 and are CSA Listed - File No. 30200 (Part No. 79999 is U.L. Recognized only).

Switch Operation: Selectable, N.O. or N.C., by inverting float on unit stem. Units are shipped N.O. unless otherwise specified.

How to Order – Select Part Number based on specifications required.

Series Number	Materials		Min. Liquid Sp. Gr.	Operating Temperature	Pressure, PSI, Max.	Switch ¹	Part Number
	Stem and Mounting	Float					
LS-1950	316 Stainless Steel	0.75		-40°F to +300°F (-40°C to +149°C)	750	SPST, 20 VA	01950 †
				-40°F to +480°F (-40°C to +249°C)		SPST, 100 VA ²	26717 †
						SPST, 20 VA	79999 †

Notes
1. See "Electrical Data" on Page X-5 for more information.
2. UL Resistive Rated

† – Stock Items.

Sonda de absorción NIR de canal simple

AS16-N

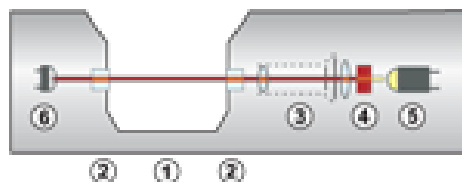


AS16-N Sonda de absorción NIR de canal simple

AS16-N Features

- Monitoreo de procesos en línea en tiempo real
- Ventana de zafiro superior sin sellos, huecos ni grietas
- Medición de concentración indiferente a los cambios de calor
- Extremadamente poco mantenimiento
- compatible con CIP/SIP
- Todas las terminaciones de superficie y materiales húmedos son certificables y rastreables
- Accesorios de validación rastreables por NIST
- Cumpla con los requisitos de la FDA

Esquema del sensor



Sonda de absorción NIR de canal simple