



## **CONTRATO No. 47-2017**

**CONSULTORIA ESTUDIOS PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA RED DE AGUAS  
RESIDUALES EN LA NUEVA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE LA CIUDADELA  
UNIVERSITARIA NO.2 DE LA UNEMI**

**ELABORADO POR:**



**XAJOCA S.A.**  
Asesoría Empresarial y Fiscalización

**INFORME FASE 3  
PROYECTO FORMATO SENPLADES**



CONTRATO NO. 47-2017

CONSULTORÍA ESTUDIOS PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA RED DE AGUA  
POTABLE Y DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES  
EN LA NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA  
CIUDADELA UNIVERSITARIA NO. 2 DE LA UNEMI



# CAPÍTULO 49

## INFORME EN FORMATO SENPLADES



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

## **1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

### **1.1. Nombre del proyecto**

“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria no. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”

### **1.2. Entidad ejecutora**

Unidad ejecutara de este proyecto es la Universidad Estatal de Milagro “UNEMI”, a través de la Dirección de Obras Universitarias, y teniendo como soporte a:

- Compañía constructora
- Fiscalizadora de obra
- Coordinación General Administrativa Financiera
- Dirección de Planificación

### **1.3. Cobertura y localización**

#### **Cobertura**

Este proyecto brindará el servicio a toda la población universitaria que incluya estudiantes, docentes, personal de administrativo y directivos.

#### **Localización del proyecto**

La Universidad Estatal de Milagro, se encuentra ubicada en el Km. 1 ½ del cantón Milagro de la provincia del Guayas, limita al norte con los cantones Yaguachi, A, Baquerizo Moreno y Simón Bolívar, al sur con los cantones Yaguachi y Naranjito.

El proyecto se desarrollará en la jurisdicción del campus universitario # 2 de la Universidad Estatal de Milagro ubicado en la ciudad de Milagro. Sus coordenadas de localización se encuentran en la Tabla 1 y su ubicación en el espacio se aprecia en la Figura 1, la cual incluyen los barrios que la conforman.

**Tabla 1:** Coordenadas geográficas UTM de localización de Milagro. UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 81d W

<b>EXTREMO</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>NORTE (m)</b>
NORTE	655605	9762677
SUR	655406	9762036



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

ESTE	655657	9762655
OESTE	655079	9762198

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

**Figura 1:** Vista aérea de la UNEMI con sus coordenadas indicadas



El diseño pretende cubrir la superficie total de la UNEMI de 19 ha, validando o modificando el sistema actual, pero incluyendo los nuevos bloques de expansión a construirse al sur del estero Belín y en la parte posterior de la ECUNEMI, información proporcionada por las autoridades de la Universidad.

#### **1.4. Monto**

El presupuesto de este proyecto para la Etapa 1 de “*Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)*” es de USD \$ 434,041.27 (CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL CUARENTA Y UNO DÓLARES AMERICANOS, CON VEINTISIETE CÉNTIMOS), ESTE MONTO INCLUYE EL IVA.



***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

### **1.5. Plazo de ejecución**

El plazo de ejecución del proyecto “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria no. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)” es de 16 semanas de la Etapa 1 del proyecto.

### **1.6. Sector y tipo de proyecto**

Basándose en el esquema de clasificación de los proyectos en sectores y subsectores o tipos de intervención contenidos la Guía para la presentación de proyectos de Inversión Pública y de Cooperación Técnica de SENPLADES, este proyecto se encuentra clasificado de la siguiente manera:

**Sector:** 1, Educación

**Subsectores:** 1.1, Infraestructura

**Institución responsable:** Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)

## **2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA**

### **2.1. Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto**

En el año 1969 inicia sus actividades la Universidad Estatal de Milagro, como una extensión de la Universidad Estatal de Guayaquil, en este tiempo no contaba con infraestructura propia.

Para el año 2001, mediante Ley NO. 2001-27 de la Función Legislativa y con el Registro Oficial No. 261 se aprueba la creación de la Universidad Estatal de Milagro.

La continua y desarrollada expansión de la universidad, tanto en estudiantes como en carreras, nació la necesidad de la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria no.2, considerando el estado actual de los servicios básicos, con el objetivo de cubrir la demanda futura de los beneficiarios del proyecto y potencializando el desarrollo institucional.

El diseño pretende cubrir la superficie total de la UNEMI de **19 ha** correspondiente a bloques ya construidos (aulas, áreas administrativas, deportes y restaurants que



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

incluyen las áreas verdes), validando o modificando el sistema actual, pero incluyendo los nuevos bloques de expansión (4 ha zonas de expansión y 9 ha de zonas verdes y parqueos) a construirse al sur del estero Belín y en la parte posterior de la ECUNEMI, información proporcionada por las autoridades de la Universidad.

A continuación, se describe la distribución de zonas en el campus universitario, de donde se aprecia que el 20% (3.9 ha), aproximadamente, del área actual corresponden a zonas disponibles para construir más bloques de aulas, deportivos, etc.:

**Tabla 2.** Zonificación de Campus universitario #2 de la UNEMI

<b>Tipo de zona</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje %</b>
Áreas verdes y parqueos	9	47%
Consolidado	4.2	22%
Consolidado deportivo	1.9	10%
Expansión	3.9	20%
<b>Total general</b>	<b>19.0</b>	<b>100%</b>

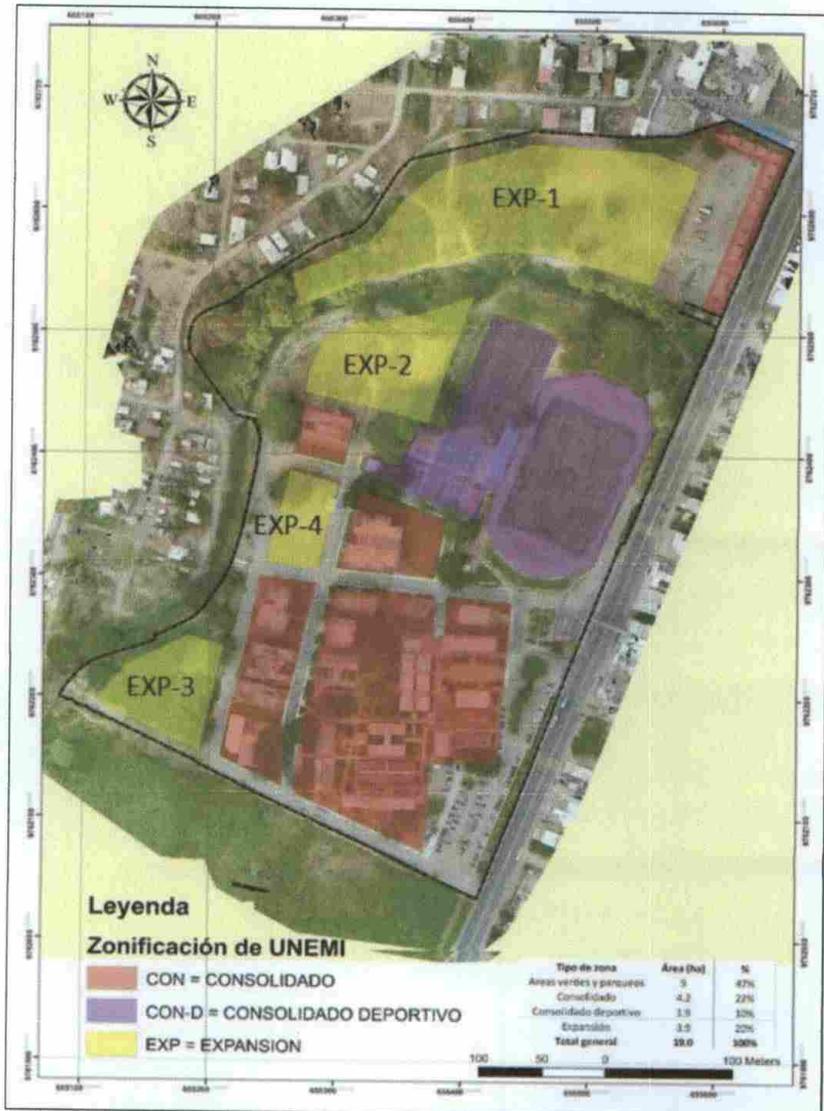
**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

**Tabla 3:** Zonificación de Campus Universitario # 2 de la UNEMI

<b>Codificación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación</b>
Bloque 1	Aulas	EXP - 1
Bloque 2	Aulas	EXP - 1
Bloque 3	Residencia Estudiantil	EXP - 1
Bloque 4	Residencia Docentes	EXP - 1
Bloque 5	Oficinas Docentes	EXP - 2
Bloque 6	Aulario	EXP - 2
Biotecnología	Biotecnología	EXP - 4
Bloque 7	Auditorio	EXP - 3

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

**Figura 2:** Zonificación de UNEMI de acuerdo a la consultora



En el diagnóstico inicial realizado por el estudio, se determinó la cantidad de unidades sanitarias que demandan agua potable y descargan aguas servidas a los sistemas respectivos, donde el total de piezas levantadas fue de 326, siendo los más comunes los inodoros con depósitos con un 36% y lavabos con un 42%.

**Tabla 4:** Piezas sanitarias en tipo y cantidad por Bloque de construcción

Pieza Sanitaria tipo	Cantidad	%
Ducha	14	4%
Fuentes para beber	0	0%
Grifo para manguera	24	7%
Inodoro con depósito	116	36%
Inodoro con fluxómetro	0	0%
Lavabo	136	42%



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Urinario con fluxómetro	0	0%
Urinario con llave	36	11%
<b>Total general</b>	<b>326</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

Estos puntos sanitarios no incluyen los grifos de riego ubicados a lo largo de la universidad, puesto que estos se abastecen de otras fuentes de agua.

### **Red vial**

Con relación a la red vial el campus universitario posee vías pavimentadas de adoquín o asfalto, y existen ciertas zonas donde se encuentran caminos de lastre, que ha futuro se prevé la pavimentación respectiva.

### **Agua potable**

Actualmente el campus universitario cuenta con:

- 2 pozos de abastecimiento para riego.
- 1 pozo de abastecimiento para distribución en los bloques, de 80 m de profundidad, bomba sumergible de 5hp y caudal de producción medido de 6.7 L/s.
- Tanque Elevado de 45 m<sup>3</sup> para distribución.
- 1 acometida pública de 25m de diámetro.
- 9 cisternas de capacidades variables para bloques de aulas.

### **Servicio de alcantarillado sanitario**

- Sistema de tuberías de recolección de AASS particular
- Descarga de aguas residuales a cárcamo de bombeo, bomba sumergible con una potencia de 3.8 hp, que eleva el agua residual hasta la unidad de tratamiento
- Planta de Tratamiento Tipo reactor de tres cámaras, funcionamiento por rebose para permitir sedimentación de lodos previo a la descarga al cuerpo de agua, el estero Belín.
- Tubería de descarga al estero de 200 mm de diámetro.
- Bloques no conectados al sistema de colectores (Idiomas, Gimnasio, Bloque Q y ECUNEMI) descargan a pozos sépticos.

El sistema cubre 90 % de los bloques; siendo únicamente los bloques Q, Idiomas, Gimnasio y ECUNEMI los que descargan sus aguas residuales a pozos sépticos.



## ***"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"***

En términos de alcantarillado sanitario, a pesar de no ser una cobertura total, presenta un panorama mucho mejor que la ciudad donde únicamente cuenta con cobertura el 50% de la misma; siendo en muchas zonas sistema mixto, otro apartado en el que el sistema de recolección de aguas residuales de la universidad es superior al encontrado en la ciudad, dado que el sistema es único de aguas residuales (no combinado).

### **Servicio de alcantarillado pluvial**

El sistema de alcantarillado sanitario posee:

- Sistema de drenaje pluvial independiente mediante colectores.
- Descargas de aguas residuales con válvulas de compuerta y de guillotina para evitar el flujo de retorno ante crecidas del estero.
- 5 Descargas al estero Belín mediante colectores y/o canales de tierra.

El sistema cubre el 100 % del área consolidada. En la zona de la ECUNEMI no existen sistema de drenaje pluvial como tal, por lo que el agua lluvia descarga por infiltración y esorrentía al estero Belín.

En cumplimiento con los objetivos estratégicos de la UNEMI y en cumplimiento con la gestión de sus lineamientos estratégicos institucionales (docencia, investigación vinculación y gestión), se buscar fortalecer la infraestructura con el objetivo de precautelar las condiciones necesarias en el desarrollo de las actividades, en este contexto nace la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria no. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), dando solución a un factor importante en la salud y calidad de vida de la población universitaria.

## **2.2. Identificación, descripción y diagnóstico del problema**

### **Identificación del problema**

La importancia de una infraestructura efectiva y resistente para el suministro del agua potable a la comunidad universitaria es esencial; donde se busca reunir, tratar y descargar las aguas residuales y el manejo de las aguas pluviales que prevengan las inundaciones. Al mismo tiempo, que permitan cubrir la demanda futura de la UNEMI, donde su sistema cumpla con el almacenamiento de mayor captación y



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

volumen para las futuras ampliaciones de la capacidad instalada del centro de estudio.

Con relación a las inundaciones esto se evidencia en la época invernal donde los efectos que ha atravesado el cantón Milagro y las zonas que conforman la cuenca baja del Río Guayas demuestran la vulnerabilidad frente a este problema climático que generan impactos negativos en la población. Hay que considerar, también que Milagro observa, con mucha claridad, las estaciones de invierno y verano en iguales períodos de tiempo que el resto del país, siendo que la primera suele presentarse con fuertes sequías o inundaciones que ponen a sufrir a los agricultores de la zona.

La UNEMI, al estar atravesada por el cauce del Estero Belín, y por asentarse en zonas morfológicas de llanuras bajas a poca diferencia de altura del lecho del estero mencionado (menos de 2m aproximadamente), existe un alto riesgo de sufrir **inundaciones** especialmente durante la ocurrencia de inviernos excepcionales como fenómenos de "El Niño" y el invierno de 2017. Dichas inundaciones ya han ocurrido por efectos de desbordamiento del Estero Belín (2017). Esta última inundación provocó problemas de azolvamiento de los sistemas de drenaje pluvial y alcantarillado sanitario, pero este ya fue solucionado mediante campañas de limpieza y mantenimiento.

La siguiente figura muestra las zonas de afectación cuando existen inviernos intensos, lo que se denomina llanura de inundación del Estero Belín dentro del predio universitario. Esta llanura tiene un área de afectación de 11.47 Ha, lo que representa el 61% del terreno zona de estudio.

**Figura 3. Llanura de inundaciones de la UNEMI**



Tomando en consideración que las zonas de expansión para los bloques futuros están ubicadas precisamente dentro de la llanura de inundación del Estero Belín, se deberán realizar rellenos a los terrenos, previo a la construcción de los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y edificaciones. La cota de inundación se determinó en 9.50m, se deberá rellenar hasta la cota 9.70m para tener un margen de seguridad.

Por otra parte, las interrupciones o pérdidas de los servicios de aguas o de aguas residuales una reducción de la cantidad y calidad del agua, sumado a sistemas inadecuados o desastres hidrológicos causados por inundaciones o contaminaciones, como resultado de no realizar inversiones en la infraestructura de los cuerpos de agua, ponen en riesgo la salud pública, la economía y el ambiente.



## **“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

A través del estudio donde se realizó un diagnóstico situacional e inspección además de topografía, recursos e incluso análisis de factores socioeconómico, lo cual llevo a los resultados de fortalecer su infraestructura física existente, que al momento no es lo suficientemente adecuada considerando la demanda y creciente población universitaria, además de no reunir las condiciones necesarias técnicas para el correcto funcionamiento de la UNEMI.

### **Diagnóstico del problema**

Los principales problemas que el proyecto “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”; son los siguientes:

- El sistema de AAPP tendrá problemas en almacenamiento que deberá suplirse ya sea con nuevas cisternas, tanque de almacenamiento de mayor volumen o mayor captación.
- Con relación al funcionamiento de las bombas y unidades mecánicas del sistema AAPP, posee un problema de automatización en la bomba del pozo que puede ser debido a avería del sensor de nivel que controla el on/off de la bomba.
- La Universidad Estatal de Milagro en la actualidad no cuenta con un servidor de agua potable, ya que no se realiza ningún tipo de tratamiento.
- La unidad de tratamientos actual que se comporta más bien como un gran sedimentador de aguas residuales, no corresponde a un tratamiento de agua sino más bien a un pretratamiento, dado que solo favorece la separación de lodos. *(ver pág. 64 del informe consultoría Fase 1)*
- Con relación a la ingeniería sanitaria, el agua cruda es retirada de los pozos e introducida en la red de distribución sin tratamiento alguno. No existe mecanismo de tratamiento para agua potable.
- El sistema de drenaje pluvial ante eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño o inviernos fuertes corre el riesgo de inundaciones.
- La cobertura de la red de alcantarillado de la universidad descarga a una unidad de tratamiento común, los bloques que no se encuentran conectados a la red de alcantarillado descargan hacia pozos sépticos.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

- No existen unidades de re-bombeo para la red externa de agua potable de UNEMI. Solo se distingue una estación de bombeo que corresponde al pozo de captación principal.
- No posee sistema de micro medición interna en ninguno de los bloques construidos, mientras que a la bajante del tanque principal si existe medidor, pero este está fuera de servicio.
- Los diámetros de 63mm en tubería principal resultan sobredimensionados para las demandas de la universidad.
- Deben implementarse cámaras de desagüe en ciertos puntos muertos de la red, para evitar acumulación de sedimentos, o en su defecto que ya no existan dichos puntos (realizar retornos).
- El problema del sistema de aguas lluvias de la UNEMI se genera en las expansiones proyectadas, puesto que en la actualidad son zonas verdes y no poseen recubrimiento, sin embargo, a futuro se proyectan bloques y vías de acceso lo que incrementara el flujo superficial durante las lluvias, lo que provocar el colapso de colectores cercanos en las zonas con sistema AALL existente, y estancamiento en zonas sin sistema AALL.

### 2.3. Línea base del proyecto

Al momento de la formulación del estudio, los indicadores de línea base que servirán para medir y evaluar el grado de cumplimiento son los siguientes:

**Tabla 5: Línea base del proyecto**

<b>Indicador</b>	<b>Línea Base Año 2017</b>
<b>No. De beneficiarios del proyecto</b>	7915 personas (estudiantes, personal administrativo y académico)
<b>Hectáreas de construcción del proyecto</b>	19 ha. (áreas verdes y parqueos 9 ha; consolidado 4.2 ha; consolidado deportivo 1.9 ha; expansión 3.9 ha)
<b>SISTEMA AAPP</b>	
<b>Dotación (L/estudiante/día)</b>	40 L/estudiante* día "aula" 140 L/habitante * día "residencias"
<b>Captación</b>	Caudal máximo diario + 20% - agua superficial Caudal máximo diario + 5% - agua subterránea
<b>Conducción</b>	Caudal máximo diario + 5%
<b>Planta de tratamiento</b>	Caudal máximo diario + 10%
<b>Red de distribución</b>	Caudal máximo diario entre 1.3 - 1.5 Caudal máximo horario entre 2 - 2.3



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

<b>SISTEMA AASS &amp; AALL</b>	
<b>Caudal de aguas residuales domésticas</b>	$Q_{aass} = K_{coef.retorno} \times d_{hab} \times A \times D_{ot}$
<b>Caudal de infiltración y conexiones ilícitas</b>	$Q_{inf} = Q_i + Q_e$
<b>Drenaje pluvial</b>	Método racional (superior inferior a 100 Ha.)
<b>Intensidad de lluvias</b>	Curva de intensidad de lluvia y frecuencia

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

#### 2.4. Análisis de la Oferta y la demanda

##### DEMANDA

##### a) Población de referencia:

La población de referencia será el número total de habitantes del cantón de Milagro, 166.634 habitantes, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC 2010; La población actual (dato 2017), determinada por el Plan Maestro AAPP, es de aproximadamente 149.000 habitantes en la zona urbana de Milagro.

##### b) Población demandante potencial:

El proyecto se ejecutará e implementará en la Universidad Estatal de Milagro, beneficiando a estudiantes, personal administrativo, personal docente y de servicio, donde se consideró la capacidad de bloques actuales, campus universitario # 2 de la UNEMI, de acuerdo a la información proporcionada por UNEMI y levantada en sitio, que se muestra a continuación:

**Tabla 6:** Población demandante potencial - Capacidad de estudiantes y personal administrativo y académicos bloques actuales

Bloque	Capacidad
	Estudiantil
A	394
B	301
C	49
D	20
E	254
F	192
G	17
H	410
I	800
J	266
K	480
L	202
M	32



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

N	722
O	219
P	244
Turismo	45
Q	40
R	85
S	845
T	142
U	180
BAR 1	3
BAR 2	3
CRAI	1000
GYM	150
Idiomas - oficinas	820
<b>Total</b>	<b>7915</b>

Fuente: Departamento de obras universitarias de la UNEMI, 2017

Si se considera la población actual estudiantil de 7915, resultará en una demanda de 27.3 L/estudiante\*día.

**c) Población demandante efectiva:**

Para la demanda efectiva se consideró: la demanda de 40L/estudiante\* día de acuerdo a la NEC 2011 para dimensiones de almacenamiento y captación, además de los nuevos bloques de aula que no cuentan con infraestructura arquitectónica construida, se asumió caudal de consumo a bloque similar actual, además de las residencias estudiantil y de docentes 140 L/ hab\*día de demanda, finalizando con el auditorio, ECUNEMI y oficina docente de 40 L/estudiante\*día.

**Tabla 7:** Bloques a construirse en el futuro con su capacidad estudiantil y descripción

<b>Bloque</b>	<b>Capacidad Estudiantil</b>	<b>Descripción</b>
Bloque 1	800	Aulas
Bloque 2	800	Aulas
Bloque 3	200	Residencia Estudiantil
Bloque 4	100	Residencia Docente
Bloque 5	250	Oficina Docentes
Bloque 6	2000	Aula
Biotecnología <sup>1</sup>	0	Biotecnología
Bloque 7 <sup>1</sup>	1000	Auditorio

<sup>1</sup>Bloque con población flotante, proveniente de los bloques de aulas.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

Al tratarse de una institución educativa, el crecimiento de población depende de los años en que se tenga proyectada la construcción de los bloques nuevos y la capacidad estudiantil de estos.

**Proyección de acuerdo a la vida útil del proyecto:**

La vida útil del proyecto; donde el PERÍODO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE será de 25 años, es decir, para el año 2043.

Entonces, según la tabla, la vida útil sería para cada componente de la siguiente forma para que sean congruentes:

- Conducciones de PVC: 25 años
- Tanques de almacenamiento: 30 años
- Tuberías principales y secundarias de distribución: 25 años

No obstante, para el caso de la UNEMI el diseño será realizado para cubrir las expectativas de ampliación de todo el campus a futuro. Se considera que los materiales en funcionamiento actual no se degradan, y solo se requiere ir reemplazando las piezas a medida que vayan fallando.

De acuerdo a lo indicado por las autoridades, estos bloques se prevén construirse en máximo 30 años.

Considerando que el proyecto se lo ejecutara en 2 etapas:

**Etapas 1:** correspondiente a este proyecto y se refiere a la construcción de las obras que permitan dotar de servicios básicos a los bloques de aulas que se encuentran hacia el Sur del Estero Belín.

**Etapas 2:** corresponde a la construcción de obras que permitan dotar de servicios básicos a los bloques de aulas que se encuentran hacia el Norte del Estero Belín; así como también a la construcción de nuevos bloques académicos y residenciales y de expansión que forman parte de los objetivos estratégicos institucionales de la UNEMI.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

## OFERTA

En el cantón Milagro, según el censo INEC del 2010, el 76.5% de los predios se proveían de agua potable de la red pública; mientras que el 21.8% obtenían agua de pozo. Según información proporcionada por el municipio existen 29089 usuarios activos, en contraste con los 35717 predios levantados en el censo respectivo. Por otro lado, el 65% de los predios tienen conexiones interiores de agua potable, lo que indica que había en esa época un alto índice de desarrollo de las viviendas. En cuanto al servicio de alcantarillado sanitario solo el 16.43% de los predios se conectaban a la red pública de alcantarillado, el 67.36% se conectan a pozo séptico y el 9.54% a pozo ciego.

En la actualidad existe una infraestructura con relación a servicios públicos, que contribuyen a la red de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial; similar al requerido para los servicios de construcción, considerando una cobertura total y de expansión de la UNEMI. De acuerdo a NEC 2011 la dotación correspondería a 40 L/estudiante\*día por lo que, si se considera la capacidad actual estudiantes, personal administrativo y académico de 7915. Para los cálculos de demanda futura se adoptarán los 40 L/estudiante\*día en algunos de los bloques a construirse a futuro.

Basándose en este caudal de 2.2 L/s las demandas de captación, almacenamiento y distribución son los siguientes:

**Tabla 8:** Oferta actual real

Rubro	Cantidad	U
Población	7915	personas

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

Esto deja establecido que la oferta en términos de infraestructura es la mencionada. Una vez finalizado el presente proyecto la Universidad Estatal de Milagro contará con la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria no. 2.

### **Demanda insatisfecha**

Con respecto a la base del balance oferta – demanda se establecerá el déficit o población actual y futura, que es aquella parte de la población demandante efectiva que necesitará el servicio por el proyecto, es decir que requieren de la infraestructura.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Tabla 9:** Resumen de Oferta vs Demanda Futura

Rubro	Oferta	Demanda		O-D
		Actual (real)	Futura	
Población (estudiantes)	7915	7915	10827	2912

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

En la tabla anterior se muestra que la población de estudiantes está plenamente cubierta al igual que la longitud de redes requeridas para cubrir el campus. Además, en lo que respecta a almacenamiento y captación se encuentra por encima de lo requerido. No obstante, en escenario futuro se presentará un volumen de almacenamiento en déficit si es que no se realizan nuevos almacenamientos en los bloques a construirse o si no se incrementa la captación.

## **2.5. Identificación y caracterización de la población objetivo**

### **Población objetiva 1**

La población objetiva del proyecto lo constituyen la comunidad universitaria de la Universidad Estatal de Milagro que incluyen los estudiantes, docentes, personal administrativo y directivos; 7915 población actual estudiantil.

### **Población objetiva 2**

El proyecto considera beneficiar además a todos los estudiantes que se encuentran cursando su nivel de instrucción bachillerato (3er de bachillerato), no solo estudiantes del cantón Milagro sino también de provincias de todo el país que prefieran la UNEMI. Según información del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Milagro menciona que Milagro a excepción de Guayaquil, es el único cantón de la provincia del Guayas que posee Universidad, por lo que la afluencia a éste centro de Estudios Superior (Universidad Estatal de Milagro, UNEMI) la tiene de los cantones vecinos, teniendo alumnos de: Yaguachi, Simón Bolívar, Naranjal, Naranjito, Durán, Marcelino Maridueña, incluso del cantón Cumandá y el cantón la Troncal de la provincia de Chimborazo y de la Provincia de Cañar, respectivamente



***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

### **3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **3.1. Objetivo General y Objetivos Específicos**

##### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar los diseños definitivos que permitan la construcción y posterior funcionamiento de red de agua potable, recolección y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudad universitaria # 2, y recolección y descarga de aguas lluvias, que reúna las características apropiadas.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Efectuar el diagnóstico técnico de las infraestructuras de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.
- Determinar la eficiencia de los sistemas públicos se encuentran en funcionamiento y sus mecanismos de optimización.
- Determinar los caudales disponibles en la fuente y los potenciales requerimientos para el desarrollo del proyecto, con información de estaciones hidrométricas, meteorológicas e información satelital existente (carta topográfica del IGM).
- Analizar la información obtenida, plantear alternativas y generar el diseño definitivo mediante el análisis y evaluación técnica, económica ambiental y social de las alternativas planteadas, las que deberán ser socializadas y aprobadas los técnicos de la UNEMI.
- Realizar una modelación hidráulica de la red de AAPP en condiciones actuales y futuras, para regular las presiones de servicio y optimizar las actividades de operación y mantenimiento.
- Realizar una modelación hidráulica de la red de AASS en condiciones actuales y futuras, con el fin de verificar tirantes máximos a alcanzarse y velocidades mínimas a cumplirse.
- Contar con los Diseños Definitivos del Proyecto, aceptados y aprobados tanto en sus aspectos técnicos (informes, planos de diseños, especificaciones, manuales de operación y mantenimiento, etc.), económicos-financieros (cantidades de obra, costos, indicadores, etc.) del Sistema de AAPP, AASS y AALL.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**3.2. Indicadores de resultado**

Los resultados logrados al finalizar la ejecución del proyecto se pueden apreciar en el siguiente esquema. Considerando al criterio de Recurso e Infraestructura del Plan estratégico de Desarrollo Institucional 2018-2021, en el indicador estándar de Espacio de Bienestar universitario, donde menciona que la IES cuenta con espacios físicos adecuados, destinados exclusivamente para el desarrollo de actividades culturales, sociales, deportivas y recreativas, así como servicios de alimentación y de sanidad para la adecuada atención de la comunidad universitaria.

**Tabla 10:** Indicadores de resultado del proyecto

CRITERIO	Indicador	Línea Base Año 2017	Objetivos para hacer realidad los desafíos al 2030.
Recurso e infraestructura	No. De beneficiarios del proyecto	7915 personas	Plan de mantenimiento de infraestructura anual.  Incentivar, motivar el cumplimiento de las normas estándares para mejorar la atención a las comunidades universitarias.
	Hectáreas de construcción del proyecto	19 ha. (áreas verdes y parqueos 9 ha; consolidado 4.2 ha; consolidado deportivo 1.9 ha; expansión 3.9 ha)	
	Dotación (L/estudiante/día)	40 L/estudiante* día "aula"  140 L/habitante * día "residencias"	

**3.3. Matriz de marco lógico**

El Marco Lógico es una matriz explicativa donde concuerdan los objetivos, componentes, actividades, indicadores, medios de verificación y supuestos del proyecto, que permitan al gestor y el evaluador tener una imagen global del proyecto propuesto.



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

MARCO LÓGICO			
RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b>FIN</b>			
Contribuir al desarrollo académico, investigativo, de vinculación y de gestión promoviendo el crecimiento sustentable de la región, considerando la cobertura y calidad de los servicios de salud y educación pública, dotando de una infraestructura física y tecnológica.	Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria # 2 de la Universidad Estatal de Milagro: construida, equipada y funcionando.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura terminada y en funcionamiento.</li> <li>• Calidad ambiental del recurso hídrico.</li> <li>• Contratos de obra y fiscalización</li> <li>• Planillas de avances de la obra.</li> <li>• Actas de entrega de recepción</li> </ul>	<p>Que exista participación activa entre los beneficiarios del proyecto, potenciando el desarrollo institucional de la UNEMI.</p> <p>El uso de los servicios de saneamiento es adecuado.</p>
<b>PROPÓSITO</b>			
Construcción y posterior funcionamiento de red de agua potable, recolección y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudad universitaria # 2, y recolección y descarga de aguas lluvias, que reúna las características apropiadas.	<p>Terreno con las características técnicas requeridas.</p> <p>100% de obras complementarias instaladas y funcionando en el campus universitario.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura física construida.</li> <li>• Informes de fiscalización de obra.</li> <li>• Actas de entrega de recepción.</li> </ul>	Que la contratista cumpla con los plazo y especificaciones técnicas en la construcción de la obra.
<b>COMPONENTES</b>			
Efectuar el diagnóstico técnico de las infraestructuras de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.	<p>La red de tuberías para distribución es totalmente de PVC, la red principal corresponde a PVC tipo E/C (Espigo campana). La UNEMI no posee sistema micro medición interna en ninguno de los bloques.</p> <p>El sistema de alcantarillado sanitario de la universidad tiene una cobertura del orden del 90% (la mayoría de los bloques están conectados a la red de colectores).</p> <p>El sistema de drenaje pluvial, cuenta con una cobertura total, existiendo actualmente 5 descargas de aguas residuales. recolecta el agua de precipitación mediante escorrentía</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de diagnóstico situacional sobre: <b>Sistema de agua potable:</b> red de distribución, tanques de almacenamiento, pasos de quebrada, conexiones, planta de tratamiento, otras complementarias. <b>Aguas residuales:</b> red de colectores, cámaras de inspección, conexiones por bloques, estación elevadora y planta de tratamiento.</li> </ul>	<p>Administración eficiente de los recursos técnicos y materiales de infraestructura.</p> <p>Que los equipos se encuentren debidamente organizados y con disponibilidad de recursos.</p>



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

	superficial en cunetas, recolección en sumidero, descarga en colectores, y conducción final hasta el estero Belín.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivos fotográficos</li> <li>• Entrevistas a autoridades, técnicos o de ser el caso usuarios o beneficiarios del proyecto.</li> <li>• Visitas de coordinación y seguimiento.</li> </ul>	
Determinar la eficiencia de los sistemas públicos se encuentran en funcionamiento y sus mecanismos de optimización.	<p>El sistema existente de aguas residuales está conformado por una red de cajas, terciarias, cámaras de revisión y colectores con bomba.</p> <p>Levantamiento de redes existente.</p> <p>La UNEMI posee una acometida de la red pública de agua potable, consumo promedio 0.17 L/s.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de avance de proyecto, focalizándose en: Ingeniería sanitaria, Geología local, Ambiental, Topografía del proyecto.</li> <li>• Planos referenciales AAPP (modelo hidráulico) y AASS.</li> <li>• Visitas e inspección.</li> </ul>	Que se cuente con información específica y actualizada de la ciudad (informes ambientales topográficos, mapas, planos, otros)
Determinar los caudales disponibles en la fuente y los potenciales requerimientos para el desarrollo del proyecto, con información de estaciones hidrométricas, meteorológicas e información satelital existente (carta topográfica del IGM).	<p>Caudales en zona actual y de expansión.</p> <p>Topografía Planimétrica de las 19 ha del proyecto.</p> <p>Caudal de pérdidas físicas del sistema, usando un perfil de pérdidas ya que estas no son significativas (menores al 10%).</p> <p>Los caudales fueron designados en los pozos de inspección de acuerdo a la aportación de los bloques levantada en campo.</p> <p><b>Descarga futura:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal medio de aguas residuales 3.542 L/s</li> <li>• Caudal máximo sanitario 14.151 L/s</li> <li>• Caudal de infiltración 2.132 L/s</li> <li>• Caudal de diseño para colectores 16.283 L/s</li> <li>• Caudal de diseño para tratamiento 5.674 L/s</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visitas e inspección: Aguas lluvias, Aguas de infiltración, Conexiones ilícitas.</li> <li>• Planos referenciales</li> <li>• Archivos fotográficos.</li> </ul>	Que exista suficiente información disponible en cuanto a la real distribución de redes, planos as built de proyectos de agua potable en años anteriores, información de agua potable de usuarios.
Analizar la información obtenida, plantear alternativas y generar	El sistema actual de distribución de AAPP se	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visitas e inspección:</li> </ul>	Que el GAD Milagro invierta en



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

<p>el diseño definitivo mediante el análisis y evaluación técnica, económica ambiental y social de las alternativas planteadas, las que deberán ser socializadas y aprobadas los técnicos de la UNEMI.</p>	<p>encuentra en excelente estado en términos de pérdidas por fugas y no sufrirá problemas en la expansión de la universidad. El almacenamiento actual, aunque insuficiente es compensada con captación alta.</p> <p><b>Alternativa 2 AAPP:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captación pozo existente + nuevo pozo.</li> <li>• Tratamiento cloración</li> <li>• Almac. Existente + 1 tanq. + 1 re-bombeo</li> <li>• Redes config. 2</li> </ul> <p>El sistema actual se encuentra en un estado óptimo, dado que las tuberías instaladas cubren holgadamente los caudales de aguas residuales generados por los bloques universitarios.</p> <p><b>Alternativa 2 AASS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos macro-cuencas: Norte y Sur</li> <li>• Conducida al sistema de alcantarillado sanitario municipal</li> <li>• No requiere de una planta de tratamiento.</li> </ul> <p><b>Alternativa 1 AALL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la alternativa se decidió reutilizar los colectores y descargas existente, que en total son 5. Se decidió incrementar 3 descargas más con sus correspondientes dimensionamientos de colectores.</li> <li>• Los sistemas de drenaje nuevos están constituidos por cunetas, sumideros, pozos de inspección y colectores.</li> </ul>	<p>Captación, Tratamiento, Almacenamiento, Redes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de diagnóstico inicial.</li> <li>• Registros fotográficos.</li> <li>• Planos referenciales.</li> </ul>	<p>el Plan Maestro de AAPP, para incrementar presiones y normalizar el servicio.</p> <p>Suficiente gasto energético para el funcionamiento de las alternativas AAPP.</p> <p>Que exista responsabilidad ambiental de la institución.</p>
<p>Realizar una modelación hidráulica de la red de AAPP en condiciones actuales y futuras, para regular las presiones de servicio y optimizar las actividades de operación y mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo se realizó utilizando el software de modelamiento hidráulico WaterGems V8i.</li> <li>• El análisis de consumo se determinó para 96 horas, y se inició con un porcentaje de llenado de tanque correspondiente al 100% de su capacidad.</li> </ul>	<p>Información, visitas de diagnóstico inicial sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captación</li> <li>• Línea de conducción</li> <li>• Tratamiento</li> <li>• Regularización</li> </ul>	<p>Existencia de un adecuado seguimiento y control de avance de obras.</p> <p>Que los beneficiarios cumplan con la</p>



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información recopilada, principalmente el catastro de la red de agua potable.</li> <li>• Se plantea manejar dos sistemas de distribución independientes (1 zona consolidada, 1 zona de expansión)</li> <li>• Dos macro sectores de distribución de agua potable.</li> <li>• Tratamiento corresponde a desinfección mediante cloración.</li> </ul> <p>La red de distribución para el macro sector corresponde a una red totalmente nueva de PVC, con diámetros de 63mm para la red principal y de 1" y 3/4" para las acometidas de los bloques nuevos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de alimentación</li> <li>• Red de distribución</li> <li>• Catastro red de agua.</li> <li>• Informes, planos de diseño y referenciales.</li> </ul>	sostenibilidad del proyecto.
<p>Realizar una modelación hidráulica de la red de AASS en condiciones actuales y futuras, con el fin de verificar tirantes máximos a alcanzarse y velocidades mínimas a cumplirse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La alternativa propuesta contemplaba el conectar las descargas de los bloques de idiomas, gimnasio, y los nuevos de biotecnología, aulario y bloque de docentes, al sistema de alcantarillado existente.</li> <li>• Dos macro cuencas para la recolección de las aguas residuales, denominadas: norte y sur.</li> <li>• Norte: red terciaria constituida por cajas y tuberías de 110 mm de PVC, red principal constituida por pozos de inspección de hormigón armado y colectores de PVC, trabajando a gravedad y conduciendo a la red de alcantarillado municipal.</li> <li>• Sur: reutiliza toda la red terciaria y la red principal existente, incluyen las cajas y pozos de inspección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes, planos de diseño y referenciales.</li> <li>• Informes de diagnóstico inicial</li> <li>• Estudio topográfico, de suelos, riesgos naturales.</li> </ul>	<p>Existencia de un adecuado seguimiento y control de avance de obras.</p> <p>Que los beneficiarios cumplan con la sostenibilidad del proyecto.</p>
<p>Contar con los Diseños Definitivos del Proyecto, aceptados y aprobados tanto en sus aspectos técnicos, económicos-financieros del Sistema de AAPP, AASS y AALL.</p>	<p>Terreno de 19 Ha. Captación: agua superficial el caudal máximo diario +20%; agua subterránea el caudal máximo diario + 5%.</p> <p>Red de conducción se considerará el caudal máximo diario + 5%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos constructivos, detallando las técnicas a utilizar para la ejecución de obra.</li> </ul>	<p>Participación activa del Gobierno local.</p> <p>Participación efectiva de la comunidad universitaria en la obra.</p>



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

	<p>La planta de tratamiento corresponde al caudal máximo diario + 10%.</p> <p>Para la red de drenaje pluvial y alcantarillado sanitario se tomará como periodo de diseño <b>25 años</b>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes, planos de diseño.</li> <li>• Manuales de operación y mantenimiento.</li> <li>• Cantidades de obra, costos</li> </ul>	<p>ejecución del proyecto.</p> <p>Existencia de un adecuado seguimiento y control de avance de obras.</p>
<b>ACTIVIDADES</b>			
<b>SISTEMA AAPP – ETAPA 1</b>			
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 57,377.54</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato de ejecución de la obra.</li> <li>• Planillas de avance de trabajo y/o obra.</li> <li>• Cronograma valorado de trabajo.</li> <li>• Informes de seguimiento.</li> <li>• Actas de entrega de recepción provisionales y definitivas.</li> <li>• Informes de fiscalización.</li> <li>• Facturas</li> <li>• Archivos fotográficos.</li> </ul>	<p>Presupuesto financiado en su totalidad.</p> <p>Aprobación total del proyecto.</p>
<b>IVA (12%)</b>	<b>\$ 6,885.30</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 64,262.84</b>		
<b>CAPTACIÓN</b>	<b>1,168.43</b>		
<b>REHABILITACIÓN DE POZO EXISTENTE</b>	<b>1,168.43</b>		
Demolición de brocal de pozo existente (Inc. desalojo convencional)	22.08		
Extracción, Retiro e Inspección de Bomba Sumergible	400.00		
Reposición de Bomba Sumergible en Pozo (UNEMI)	63.42		
Sello Sanitario 1.5x1.5x1.5m (Milagro)	317.70		
Suministro e Instalación de Grava para pozo (Inc. transporte a Milagro)	229.28		
Brocal 0.80x1.20x1.00m (inc. tubería de reposición de grava) (UNEMI)	135.95		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>910.80</b>		
Suministro e Instalación de Caneca 20 lt	7.22		
Suministro e Instalación de Bomba dosificadora de químico Q=1.0 L/H	903.58		
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>2,648.99</b>		
<b>REHABILITACIÓN DE TANQUE EXISTENTE</b>	<b>2,648.99</b>		
Resane de paredes	2,248.89		
Impermeabilización de Tanque existente	400.10		
<b>REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>50,071.12</b>		
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>33,547.23</b>		
Replanteo de tuberías	524.01		
Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	18,925.74		
Desalojo del material sobrante (UNEMI)	1,901.76		
Cama de arena (Inc. transporte a Milagro) (Cantera Cerro Grande)	2,734.31		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	975.20		
Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	1,267.71		
Perfilada, rotura y desalojo de acera	726.80		
Perfilada, rotura y desalojo de asfalto	57.97		
Reposición de acera e=8cm H.S. f'c =180 kg/cm2 (UNEMI)	4,662.15		
Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	102.26		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Imprimación de asfalto	56.97		
Prueba Hidraulica y desinfeccion de Red	1,612.35		
<b>TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>	<b>6,791.50</b>		
Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 25mm 1.00 MPa	402.99		
Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 32mm 1.25 MPa	827.86		
Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 50mm 0.80 MPa	1,083.19		
Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 63 mm 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	1,569.54		
Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 90 mm 0.80 MPA (Inc. Unión elastomérica)	37.64		
Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 160 mm 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	83.98		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 25mmx45°	5.70		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 25mmx90°	3.74		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 32mmx45°	2.66		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 32mmx90°	30.48		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 40mmx90°	11.01		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 50mmx45°	4.22		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 50mmx90°	21.20		
Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 63mmX45°	94.96		
Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 63mmX90°	42.00		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 25 a 20 mm	1.20		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 32 a 20 mm	10.25		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 32 a 25 mm	2.30		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 50 a 25 mm	8.44		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 25 mm	16.44		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 32 mm	18.57		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 40 mm	5.41		
Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 50 mm	10.30		
Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 90 a 63 mm	58.72		
Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 160 a 63 mm	171.21		
Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 160 a 90 mm	55.78		
Suministro e instalación de Tee PVC EC 20mm	2.52		
Suministro e instalación de Tee PVC EC 32mm	5.28		
Suministro e instalación de Tee PVC EC 50mm	10.22		
Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 63 mm	52.59		
Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 90 mm	89.52		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 160 mm	290.40		
Suministro e Instalación de Collarin 63mm x 1/2"	8.86		
Suministro e Instalación de Union Universal 63mm	78.72		
Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	1,673.60		
<b>ACOMETIDAS DOMICILIARIAS (38U)</b>	<b>4,129.66</b>		
Suministro e Instalación de Acometidas para Consumidores Normales de 20mm con salida de 1/2", incluye excavacion manual (UNEMI)	379.84		
Suministro e Instalación de Acometidas para Consumidores Normales de 25mm con salida de 1/2", incluye excavacion manual (UNEMI)	534.60		
Suministro e Instalación de Medidor 1/2" R100 Chorro unico - registro cobre vidrio, incluye caja de polipropileno	3,139.94		
Hormigón Simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (MILAGRO)	75.28		
<b>VÁLVULAS</b>	<b>819.38</b>		
Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Metálica roscable D=25 mm (200PSI)	18.91		
Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Metálica roscable D=40 mm (150PSI)	22.34		
Suministro e Instalación de Válvula Mariposa concentrica wafer disco en HD d=65mm PN10 (Inc. bridas)	332.98		
Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=50mm PN10/16 (Inc. acople B-L)	407.29		
Suministro e Instalación de Válvula de aire 1/2" doble acción de PVC (Inc. accesorios)	37.86		
<b>CÁMARA DE VÁLVULAS TIPO I (2U)</b>	<b>3,253.66</b>		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	48.45		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	157.61		
Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	47.98		
Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	849.19		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	2,070.63		
Suministro e Instalación de Neplo Bridado PVC 63mm	44.08		
Suministro e Instalación de Junta de desmontaje DN65mm PN16	6.20		
Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	29.52		
<b>CÁMARA VÁLVULA DE AIRE (1U)</b>	<b>360.91</b>		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	1.83		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	11.29		
Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	12.92		
Hormigón Simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (UNEMI)	95.61		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	80.60		
Pared de bloque 9x19x39cm (Inc. transporte a Milagro)	52.06		
Puerta Metálica con plancha cribada	97.74		
Suministro e Instalación de Collarín 63mm x 1/2"	8.86		
<b>CÁMARA VÁLVULA DESAGUE (3U)</b>	<b>997.99</b>		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	29.10		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	27.72		
Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	33.21		
Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	388.75		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	279.58		
Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 63 mm	17.53		
Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 63 a 50 mm	11.93		
Suministro e Instalación de Union de Reparación PVC 50mm	4.63		
Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 50 a 40mm	8.32		
Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=40mm	48.72		
Suministro e Instalación de Niple C/Tuerca PVC roscable d=40mm	14.92		
Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 50mm 0.63 MPa (Unemi)	21.11		
Suministro e instalación de Tee PVC EC 50mm	5.11		
Suministro e instalación de Tee PVC EC 32mm	2.64		
Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 32 a 25mm	2.76		
Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=25mm	13.48		
Suministro e Instalación de Niple C/Tuerca PVC roscable d=25mm	4.18		
Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 32mm 1.25 MPa	40.02		
Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	44.28		
<b>CAJETÍN VÁLVULA COMPUERTA (2U)</b>	<b>170.79</b>		
Excavación a mano (Inc. Desalojo)	0.92		



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	0.10		
Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 50 a 40mm	4.16		
Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 40 a 32mm	3.50		
Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 32 a 25mm	2.76		
Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=40mm	24.36		
Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=25mm	13.48		
Suministro e Instalación de Neplo C/Tuerca PVC roscable d=40mm	7.46		
Suministro e Instalación de Neplo C/Tuerca PVC roscable d=25mm	4.18		
Suministro e Instalación de Cajetín para Válvula 320mm	33.58		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 50mmx90°	16.96		
Suministro e Instalación de Codo PVC EC 40mmx90°	14.68		
Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 50mm 0.63 MPa (Unemi)	8.53		
Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 40mm 0.63 MPa (Unemi)	6.60		
Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	29.52		
<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>2,578.20</b>		
Letrero Informativos (de seguridad)	42.00		
Contenedores para manejo de desechos sólidos no peligrosos o comunes (Tambores metálicos de 55 gal)	48.00		
Manejo de aguas residuales domésticas durante la construcción (mantenimiento de baterías sanitarias)	115.20		
Material para Capacitación y educación ambiental a toda la población trabajadora (folletería y trípticos)	36.00		
Carteles Informativos (Letreros de Obra)	216.00		
Conos de seguridad reflectivos	180.32		
Señalización de seguridad de tipo caballete	649.70		
Señalización de seguridad de tipo pedestal	627.00		
Cinta de señalización	62.60		
Botiquín de primeros auxilios	52.18		
Rotulos ambientales	234.00		
Kit antiderrames	228.00		
Extintor de Polvo Químico ABC, 20Lbs (PQS)	87.20		
<b>SISTEMA AASS - ETAPA 1</b>			
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 247,035.59</b>		
<b>IVA 12%</b>	<b>29,644.27</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 276,679.86</b>		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

<b>COLECTORES Y REDES DOMICILIARIAS</b>	<b>57,678.30</b>		
Replanteo de tuberías	633.39		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	1,412.23		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	6,745.37		
Suministro e Instalación de Material Granular (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI 2018)	6,146.42		
Suministro e Instalación de Piedra 3/4" (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (Cantera Cerro Grande)	1,373.19		
Cama de arena (Inc. transporte a Milagro) (Cantera Cerro Grande)	9,434.70		
Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	5,358.54		
Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di=110 mm (DN125) NORMA NTE INEN 2059 (UNEMI)	2,412.26		
Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di=160 mm (DN175) NORMA NTE INEN 2059 (UNEMI)	5,382.06		
Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 200 mm (DN220) NORMA NTE INEN 2059 (UNEMI)	10,408.69		
Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 250 mm (DN280) NORMA NTE INEN 2059	5,789.18		
Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	2,582.27		
<b>CAJAS DOMICILIARIAS</b>	<b>5,551.36</b>		
Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria alineada d=175mm (Inc. tapa) (Milagro)	4,288.86		
Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria ciega d=175mm (Inc. tapa) (Milagro)	1,237.10		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	25.40		
<b>POZOS DE REVISIÓN</b>	<b>30,423.91</b>		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	2,069.46		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	675.02		
Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	1,929.87		
Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado) (MILAGRO)	19,617.49		
Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo II de Hormigon Armado 2.50<H<3.70m (Inc. encofrado) (MILAGRO)	3,666.44		
Suministro e Instalación de Tapa de H.A. para Pozos de Revisión (UNEMI 2018)	2,465.63		
<b>LOSETAS DE PROTECCIÓN</b>	<b>4,140.73</b>		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Hormigón Simple $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	2,917.01		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	1,223.72		
<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>146,483.09</b>		
<b>OBRAS PRELIMINARES DE LÍNEA DE IMPULSIÓN</b>	<b>24,688.06</b>		
Replanteo de tuberías	351.93		
Excavación mecánica en suelo conglomerado, $0 < H < 2 \text{ m}$	17,612.86		
Cama de arena (arena de sitio tamizada) (UNEMI)	3,680.30		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	1,116.53		
Desalojo del material sobrante (UNEMI)	1,926.44		
<b>TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE LÍNEAS DE IMPULSIÓN</b>	<b>16,004.15</b>		
Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE $d = 110 \text{ mm}$ 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	5,010.09		
Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE $d = 63 \text{ mm}$ 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	537.21		
Suministro e Instalación de Codo PVC/UE $d = 110 \text{ mm} \times 90^\circ$	110.60		
Suministro e Instalación de Tee PVC/UE $d = 110 \text{ mm}$	35.68		
Suministro e Instalación de Codo PVC/UE $d = 110 \text{ mm} \times 45^\circ$	196.00		
Suministro e Instalación de Codo PVC/UE $d = 63 \text{ mm} \times 90^\circ$	21.00		
Suministro e Instalación de Codo PVC/UE $d = 63 \text{ mm} \times 45^\circ$	118.70		
Hormigón simple $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ , para bloques de anclajes (UNEMI)	623.68		
<b>PASARELA PARA CRUCE DE TUBERÍA</b>	<b>9,351.19</b>		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, $0 < H < 2 \text{ m}$ (Inc. Desalojo) (UNEMI)	58.59		
Suministro e Instalación de Material Sub Base (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI 2018)	167.63		
Hormigón simple para Replanteo $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ (UNEMI)	75.65		
Hormigón Simple $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	1,240.70		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	809.05		
Acero estructural (A36)	6,753.97		
Acero estructural (A36) para soporte de tuberías	245.60		
<b>REHABILITACIÓN DE CÁRCAMO EXISTENTE</b>	<b>8,900.24</b>		
Limpieza y desinfección del cárcamo	468.56		
Resane de paredes	5,174.49		
Impermeabilización de Cárcamo existente	3,178.03		
Desmontaje de bombas (Inc. desalojo)	79.16		
<b>CONSTRUCCIÓN DE CÁRCAMO DE BOMBEO</b>	<b>9,641.41</b>		
Replanteo de estructuras (Milagro)	23.60		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, $4 < H < 6.6 \text{ m}$ (Inc. entibado metálico y desalojo)	124.15		



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	78.24		
Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	167.91		
Hormigón simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> , con impermeabilizante (UNEMI)	3,377.45		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	4,348.42		
Suministro e Instalación de Tapa de H.A. (500x1100)mm	977.28		
Sellado de Juntas de construcción	166.32		
Peldaño de Escalera de acero inoxidable	378.04		
<b>CÁMARAS EN LÍNEA DE IMPULSIÓN</b>	<b>3,163.91</b>		
<b>CÁMARA DE DESAGÜE (1U)</b>	<b>1,209.74</b>		
Excavación a mano (Inc. Desalojo)	19.45		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	1.83		
Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	22.14		
Hormigón Simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (UNEMI)	104.50		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	93.19		
Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 110 mm	35.68		
Suministro e Instalación de Tapa de H.A. (500x1200)mm	167.04		
Suministro e Instalación de Junta de desmontaje 80mm	228.76		
Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=80mm PN10/16	376.99		
Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 90 mm 0.80 MPA (Inc. Unión elastomérica)	130.76		
Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 110 a 90 mm	18.83		
Hormigón Simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (MILAGRO)	10.57		
<b>CÁMARA DE VÁLVULA DE AIRE (4U)</b>	<b>1,954.17</b>		
Excavación a mano (Inc. Desalojo)	19.34		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	7.32		
Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	40.59		
Hormigón Simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (UNEMI)	578.08		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	516.70		
Puerta Metálica con plancha cribada	390.96		
Pared de bloque 9x19x39cm (Inc. transporte a Milagro)	208.24		
Suministro e Instalación de Collarin 110mm x 1/2"	23.78		
Suministro e Instalación de Collarin 63mm x 1/2"	17.72		
Suministro e Instalación de Válvula de aire 1/2" doble acción de PVC (Inc. accesorios)	151.44		
<b>OBRA MECÁNICA</b>	<b>15,194.70</b>		
<b>CÁRCAMO EXISTENTE</b>	<b>8,940.92</b>		
Suministro e Instalación de bomba sumergible para AASS de TDH= 12.0m, Q=9.37 L/s (UNEMI 2018)	4,785.14		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Suministro e Instalación de Tubería Acero ASTM A36 d=50 mm	90.14		
Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	10.16		
Suministro e Instalación de Reductor Acero ASTM A36 100 a 50mm (UNEMI)	22.92		
Suministro e Instalación de Tubería Acero ASTM A36 d=100 mm	622.39		
Suministro e Instalación de Válvula Check bridada de H.D.Tipo Swing d=100mm PN10/16	737.78		
Suministro e Instalación de brida de acero al carbono ASTM A-105 DN 90mm	390.06		
Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=100mm PN10/16	913.64		
Suministro e Instalación de Junta de desmontaje 100mm	725.60		
Suministro e Instalación de Codo Acero ASTM A36 d = 100mmX90°	189.85		
Suministro e Instalación de Tee Acero ASTM A 36 d=100mm	260.96		
Suministro e Instalación de Union Mecánica 110mm	78.62		
Suministro e Instalación de brida ciega de acero al carbono ASTM A-105 DN 110mm (UNEMI 2018)	54.61		
Hormigón simple $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ , para bloques de anclajes (UNEMI)	59.05		
<b>NUEVO CÁRCAMO</b>	<b>4,267.69</b>		
Suministro e Instalación de bomba sumergible para AASS de TDH= 7.0m, Q=3.47 L/s (UNEMI 2018)	2,077.08		
Suministro e Instalación de Válvula Compuerta tipo guillotina d=160mm	721.48		
Suministro e Instalación de Codo Acero ASTM A36 d = 40mmX90°	17.16		
Suministro e Instalación de Reductor Acero ASTM A36 63 a 40mm (UNEMI)	6.72		
Suministro e Instalación de Junta de desmontaje 65mm (UNEMI)	15.50		
Suministro e Instalación de brida de acero al carbono ASTM A-105 DN 65mm (UNEMI)	175.04		
Suministro e Instalación de Válvula Check bridada de H.D. Tipo Swing d=65mm PN10/6	509.50		
Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=65mm PN16 (UNEMI)	611.00		
Suministro e Instalación de Codo Acero ASTM A36 d = 63mmX90°	41.28		
Suministro e Instalación de Tee Acero ASTM A 36 d=63mm	33.88		
Hormigón simple $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ , para bloques de anclajes (UNEMI)	59.05		
TECLE MÓVIL	1,986.09		
Tecle Manual de 1/2ton 6m de levante	1,981.15		
Acero estructural (A36)	4.94		
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>68,890.62</b>		
<b>RED SUBTERRÁNEA EN MEDIA TENSIÓN</b>	<b>2,429.74</b>		
Acometida de ingreso a transformador PADMOUNTED (UNEMI)	2,429.74		
<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>3,266.71</b>		



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Transformador PADMOUNTED de 15KVA (UNEMI)	3,266.71		
<b>SISTEMA DE EMERGENCIA</b>	<b>21,463.64</b>		
Generador 20 KVA 120/208 VAC (UNEMI)	21,463.64		
<b>TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>15,132.54</b>		
Panel de Distribución Principal (UNEMI)	5,541.85		
Tablero de Control de Luminarias (UNEMI)	1,510.12		
Tablero de Control de bombas (UNEMI)	8,080.57		
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>	<b>2,357.20</b>		
Sistema de puesta a Tierra de estación de bombeo (UNEMI)	2,357.20		
<b>ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN</b>	<b>8,148.24</b>		
Alimentador TR01 a TDE (2F #4/0 AWG TTU, N#3/0 AWG THHN Cu, T#2 AWG TTU) (UNEMI)	1,960.80		
Alimentador TDP a TCB (CONCENTRICO 3X12 THHN SIPERFLEX) (UNEMI)	313.92		
Alimentador TDP a TCL 1 (CABLE CONCENTRICO 4X10 SUPERFLEX) (UNEMI)	338.50		
Alimentador GENERADOR a TDP (2F #4/0 AWG TTU, N#3/0 AWG TTU Cu, T#2 AWG TTU) (UNEMI)	2,442.02		
Alimentador de TDE a TDP (2F #4 AWG TTU, N#6 AWG TTU, T#8 AWG TTU) (UNEMI)	3,093.00		
<b>CIRCUITOS DE ALUMBRADO INTERIOR</b>	<b>423.60</b>		
Circuito de Iluminación Tablero TCL1 (UNEMI)	423.60		
<b>CIRCUITOS DE ALUMBRADO EXTERIOR</b>	<b>1,593.92</b>		
Circuito de Iluminación exterior tablero TCL1 (UNEMI)	1,593.92		
<b>CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 110V</b>	<b>153.22</b>		
Circuito de Tomacorrientes TCL 1 (UNEMI)	153.22		
<b>ALIMENTADOR DE BOMBAS</b>	<b>13,162.04</b>		
Alimentador a Bomba de 0.75 KW desde TCB (UNEMI)	11,792.40		
Alimentador a Bomba de 0.75 KW desde TCB. (UNEMI)	558.54		
Alimentador a Bomba de 0.75 KW (UNEMI)	348.20		
Alimentador a Bomba de Sumergible (UNEMI)	462.90		
<b>MEDICIÓN</b>	<b>759.77</b>		
Tablero de Medición Indirecta (UNEMI)	759.77		
<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>2,758.20</b>		
Letrero Informativos (de seguridad)	126.00		
Contenedores para manejo de desechos sólidos no peligrosos o comunes (Tambores metálicos de 55 gal)	144.00		
Manejo de aguas residuales domésticas durante la construcción (mantenimiento de baterías sanitarias)	115.20		
Material para Capacitación y educación ambiental a toda la población trabajadora (folletería y trípticos)	36.00		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Carteles Informativos (Letreros de Obra)	216.00		
Conos de seguridad reflectivos	180.32		
Señalización de seguridad de tipo caballete	649.70		
Señalización de seguridad de tipo pedestal	627.00		
Cinta de señalización	62.60		
Botiquín de primeros auxilios	52.18		
Rotulos ambientales	234.00		
Kit antiderrames	228.00		
Extintor de Polvo Químico ABC, 20Lbs (PQS)	87.20		
<b>SISTEMA AALL - ETAPA 1</b>			
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 83,123.72</b>		
<b>IVA 12%</b>	<b>9,974.85</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 93,098.57</b>		
<b>COLECTORES</b>	<b>36,569.49</b>		
Replanteo de tuberías	140.35		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	806.31		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	2,912.03		
Cama de arena (Inc. transporte a Milagro) (Cantera Cerro Grande)	5,567.79		
Suministro e Instalación de Piedra 3/4" (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (Cantera Cerro Grande)	762.30		
Suministro e Instalación de Material Granular (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI)	3,412.06		
Suministro e Instalación de Material Sub Base (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI)	50.31		
Suministro e Instalación de Material Base (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI)	50.31		
Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	75.47		
Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	1,442.01		
Perfilada, rotura y desalojo de asfalto	28.13		
Reposición de asfalto 3" (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	171.50		
Imprimación de asfalto	27.73		
Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 400 mm (DN440) NORMA NTE INEN 2059	9,137.67		
Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 600 mm (DN650) NORMA NTE INEN 2059	11,413.33		
Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	572.19		
<b>CÁMARAS</b>	<b>18,744.02</b>		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	203.48		
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	643.22		



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	2,743.61		
Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	135.74		
Hormigón Simple $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	3,937.14		
Hormigón Simple $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup> (MILAGRO) (UNEMI)	608.92		
Suministro e Instalación de Camaras Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado) (MILAGRO)	7,078.85		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	3,393.06		
<b>SUMIDEROS</b>	<b>1,908.62</b>		
Excavación a mano (Inc. Desalojo)	76.43		
Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	39.53		
Hormigón premezclado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado (MILAGRO) (UNEMI)	675.91		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	854.33		
Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo I 0.70x0.40 m	80.28		
Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo II 0.70x0.60 m	44.54		
Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo III 1.30x0.60 m	137.60		
<b>TIRANTES</b>	<b>2,616.71</b>		
Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 300 mm (DN335) NORMA NTE INEN 2059	2,616.71		
<b>CABEZALES DE DESCARGA TIPO I (2U)</b>	<b>12,871.17</b>		
Excavación a mano (Inc. Desalojo)	404.12		
Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	751.10		
Hormigón Simple $f'c=180$ kg/cm <sup>2</sup> (MILAGRO) (UNEMI)	402.25		
Hormigón Simple $f'c=300$ kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (MILAGRO) (UNEMI)	7,157.34		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	4,156.36		
<b>LOSETAS DE PROTECCIÓN</b>	<b>2,303.79</b>		
Hormigón Simple $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	1,458.51		
Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	845.28		
<b>CUNETAS</b>	<b>5,351.72</b>		
Hormigón premezclado $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado (MILAGRO) (UNEMI)	5,351.72		
<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>2,758.20</b>		
Letrero Informativos (de seguridad)	126.00		
Contenedores para manejo de desechos sólidos no peligrosos o comunes (Tambores metálicos de 55 gal)	144.00		
Manejo de aguas residuales domésticas durante la construcción (mantenimiento de baterías sanitarias)	115.20		
Material para Capacitación y educación ambiental a toda la	36.00		



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

población trabajadora (folletería y trípticos)			
Carteles Informativos (Letreros de Obra)		216.00	
Conos de seguridad reflectivos		180.32	
Señalización de seguridad de tipo caballete		649.70	
Señalización de seguridad de tipo pedestal		627.00	
Cinta de señalización		62.60	
Botiquín de primeros auxilios		52.18	
Rotulos ambientales		234.00	
Kit antiderrames		228.00	
Extintor de Polvo Químico ABC, 20Lbs (PQS)		87.20	
<b>SUBTOTAL DEL PROYECTO</b>		<b>\$ 387,536.85</b>	
<b>IVA 12%</b>		<b>46,504.42</b>	
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>		<b>\$ 434,041.27</b>	

#### 4. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

##### 4.1. Viabilidad técnica

El proyecto “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales de la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”, reúne características, condiciones técnicas y operativas que aseguran el cumplimiento de sus metas y objetivos.

A partir del diagnóstico inicial, en la etapa de pre diseño se generaron alternativas para el sistema AAPP, AASS y AALL, que permitieron obtener los diseños definitivos mediante el análisis y evaluación técnica que se detallara en los procesos siguientes:

##### a. Presentación de la necesidad. -

La continua expansión de la universidad en los últimos años ha llevado a la necesidad de conocer con exactitud el estado actual de los servicios básicos de la misma, con el fin de determinar si estos son adecuados para la expansión futura que se plantea. La máxima autoridad de la Universidad Estatal de Milagro y el vicerrectorado académico, presenta la necesidad que justifica el proyecto y a su vez junto con la Dirección de Obras universitarias, los estudios de diseños e ingeniería que sean viables para la construcción de la obra, representando en planos, especificaciones técnicas, presupuestos referencial y cronograma tentativo de obra.



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

• **SISTEMA DE AGUA POTABLE - AAPP**

En base al análisis y diseño realizado, se determinó que las estructuras y elementos de la red existente pueden ser reutilizadas. Del sistema existente se mantendrá el pozo de captación, línea de impulsión, unidad de bombeo, tanque de almacenamiento elevado y cisternas de los bloques existentes, y red principal de distribución existente (tubería de 63mm de PVC).

En general el sistema de distribución de la UNEMI tiene un buen funcionamiento, con un porcentaje de fugas que es cercano al 10%, lo que indica que el estado de las tuberías de distribución es excelente, así mismo el dimensionamiento de las tuberías para las demandas actuales y futuras es el adecuado. Los problemas de déficit de agua se deben a un problema de automatización de la bomba del pozo que puede ser suplico de manera inmediata realizando una operación manual.

Para los bloques nuevos proyectados se realizarán estructuras de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución nuevos.

Para el diseño definitivo se ha realizado la macrosectorización de la UNEMI, teniéndose dos sistemas independientes de abastecimiento, a los que llamaremos sistema UNEMI (macrosector Sur) y sistema ECUNEMI (macrosector Norte).

El macrosector Norte constituye un sistema nuevo que incluye a todos los bloques de la actual ECUNEMI, mismo que contará con un pozo, unidad de tratamiento y unidad de almacenamiento independiente.

El macrosector Sur está conformado por el sistema existente que consta de pozo, y tanque de almacenamiento elevado. Se deberá incluir unidad de tratamiento y redes de distribución en bloques nuevos.

Los componentes de cada macrosector corresponden a lo siguiente:

**UNIDAD DE CAPTACIÓN**

Los diseños finales incluyen dos unidades de captación, dos sistemas independientes para abastecimiento de agua potable.

El sistema de UNEMI cuenta con un pozo existente, línea de impulsión existente, tanque elevado existente, y sistema de distribución existente; unidades del sistema que serán reutilizadas en su totalidad, por lo que no se requiere diseñar estructuras importantes nuevas.

El sistema de ECUNEMI actualmente no existe y todas las unidades del mismo son estructuras nuevas, es decir, cuenta con pozo profundo nuevo, impulsión nueva,

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

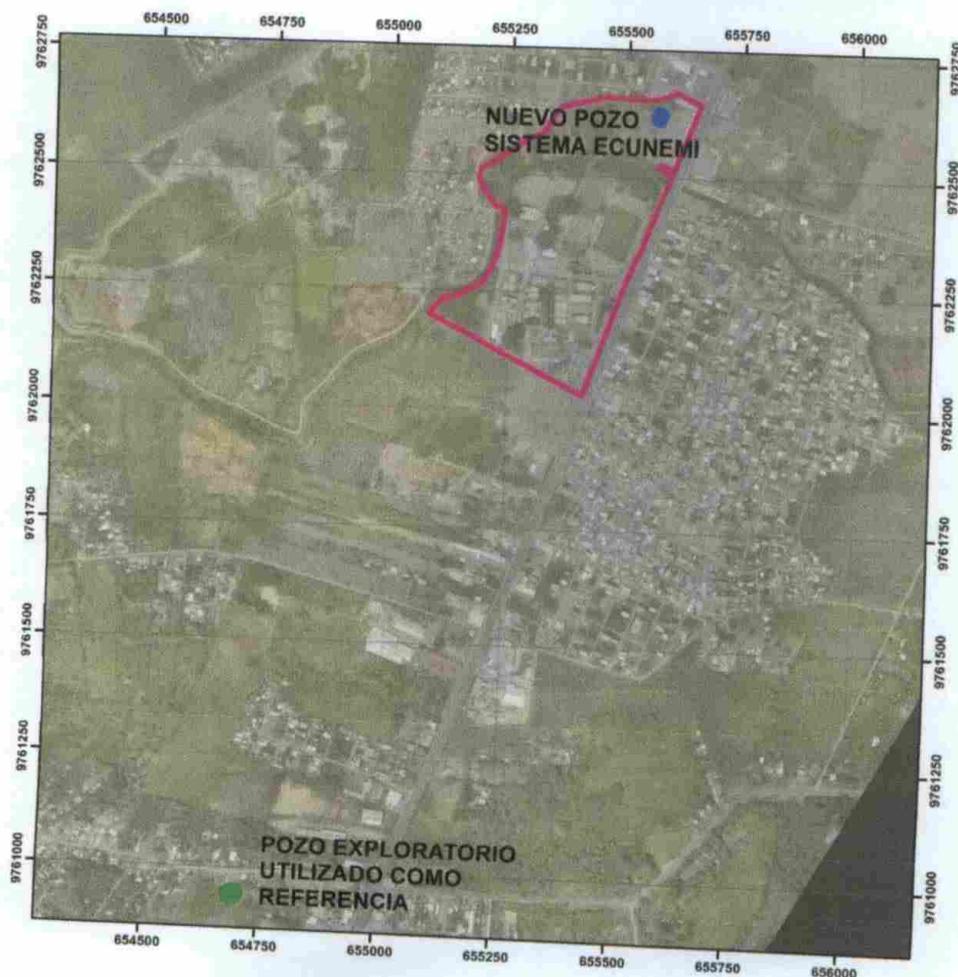
tratamiento nuevo, tanque de almacenamiento nuevo y redes de distribución nuevas. En este sistema se identifica una estructura importante, que corresponde al tanque bajo de almacenamiento de 50 m<sup>3</sup> de capacidad.

Para el sistema de la UNEMI, se va a reutilizar la bomba y el pozo existente, por lo que no se requiere dimensionamiento de estos elementos.P

Para el sistema de ECUNEMI, se plantea la construcción de un nuevo pozo de captación. Este pozo debe contar con las siguientes características:

- Profundidad total: 80m
- Ubicación de la bomba: 53m
- Diámetro del pozo: 16”
- Camisa del pozo: 200mm
- Material de la camisa del pozo: PVC de Presión nominal 1.25MPa
- Diámetro de la salida del pozo: 3”
- Tubería de PVC con ranuras en los siguientes puntos:
  - Profundidad de 42m a 48m (6 metros)
  - Profundidad de 60m a 80m (20 metros).

**Figura 4:** Ubicación del pozo nuevo ECUNEMI y pozo exploratorio de referencia para su diseño

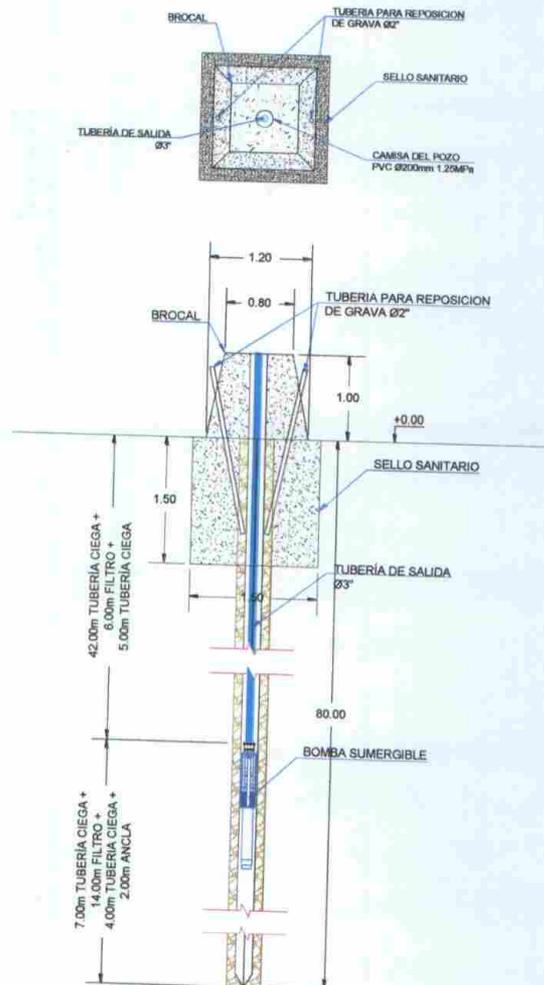


En la figura siguiente se muestran las características y potencias de las bombas

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

requeridas para los sistemas de abastecimiento diseñados, considerando los caudales y los TDH de diseño. Las bombas son sumergibles.

**Figura 5:** Esquema del diseño del pozo nuevo para sistema ECUNEMI



**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

**UNIDAD DE IMPULSIÓN**

Se manejan dos sistemas independientes, por lo que se requieren dos líneas de impulsión. Ambas líneas de impulsión son de poca longitud (menos de 50m) dado que el pozo de captación y el tanque de almacenamiento están ubicados en el mismo terreno y cerramiento.

Para el sistema UNEMI, se va a reutilizar la línea de impulsión actual de 3" (75mm) que sale del pozo, por lo que no se requiere dimensionamiento de este elemento. La línea de impulsión actual está bien dimensionada para el caudal de 7 L/s. Para el sistema ECUNEMI, el caudal de explotación del pozo corresponde a 1.20 L/s.



## ***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

A **continuación**, se muestran los datos de diseño de esta línea de impulsión:

- Caudal impulsado: 1.20 L/s
- Longitud de impulsión: 14 m
- Diámetro de impulsión: 75 mm
- Material de impulsión: PVC UE con presión de trabajo 0.80 MPa

### **UNIDAD DE TRATAMIENTO**

La Universidad Estatal de Milagro en la actualidad no cuenta con un servicio de agua potable, ya que no se realiza ningún tipo de tratamiento. Los resultados obtenidos en las muestras de agua obtenidas en el pozo de consumo del campus universitario en diciembre 2017, denotan una mediana calidad de agua para consumo humano, la cual a nivel físico químico evidencia resultados que podrían generar a largo plazo efectos en la salud de la población estudiantil, debido a la ligera presencia de plomo en la muestra de agua analizada.

Del mismo modo, se observa que, a nivel microbiológico, la muestra de agua tomada en diciembre 2017, evidencia la presencia de Coliformes Fecales y Giardia Lambia en niveles poco significativos.

De acuerdo a los resultados obtenidos del muestreo de agua de pozo se concluye que la muestra del agua de pozo presenta una calidad media de agua, con una concentración ligeramente incrementada de Plomo y de organismos microbianos como los Coliformes Fecales y la Giardia Lambia con poca significancia, por lo que al agua para ser consumida por la comunidad estudiantil deberá ser tratada por los medios técnicos adecuados.

#### **Tratamiento planteado. -**

En función de los resultados obtenidos de los análisis de agua de pozo, el sistema de tratamiento para ambos sistemas será desinfección mediante dosificación de cloro líquido (hipoclorito de sodio al 10%).

Para el sistema **UNEMI** se tiene lo siguiente:

- La dosis de cloro que se quiere suministrar en la red es de 2mg/L.
- El caudal de agua a tratar, para el final del periodo de diseño corresponde a 7.0 L/s (25200 L/h).
- La concentración de la solución de cloro corresponde a Hipoclorito de sodio al 10% (0.1 mg/L).



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Con esta información se procede a determinar la dosificación de cloro requerida.

$$M = \frac{2.0 \frac{mg}{L} * 25200 \frac{L}{h}}{0.1 \frac{mg}{L}} \Rightarrow M = 1.0 L/h$$

Bajo estas consideraciones, se determina que se requiere un volumen de 24.0 L/día de solución de hipoclorito de sodio al 10%, es decir, 6.3 galones de hipoclorito de sodio debe ser suministrado en un día.

Para el sistema de **ECUNEMI** se tiene lo siguiente:

- La dosis de cloro que se quiere suministrar en la red es de 2mg/L.
- El caudal de agua a tratar, para el final del periodo de diseño corresponde a 1.2 L/s (4320 L/h).
- La concentración de la solución de cloro corresponde a Hipoclorito de sodio al 10% (0.1 mg/L).

Con esta información se procede a determinar la dosificación de cloro requerida.

$$M = \frac{2.0 \frac{mg}{L} * 4320 \frac{L}{h}}{0.1 \frac{mg}{L}} \Rightarrow M = 0.2 L/h$$

Bajo estas consideraciones, se determina que se requiere un volumen de 4.8 L/día de solución de hipoclorito de sodio al 10%, es decir, 1.3 galones de hipoclorito de sodio debe ser suministrado en un día.

Para los sistemas de cloración se plantea un tanque de preparación de cloro (Hipoclorito de sodio), y dosificación mediante dosificador automático que controle el flujo de cloro hacia la salida del tanque.

### **Unidad de almacenamiento**

Para el sistema UNEMI se mantiene el tanque elevado actual y las cisternas existentes en los bloques actuales. El almacenamiento tiene los siguientes volúmenes:

- Tanque elevado: 45.8 m<sup>3</sup>
- Cisternas existentes: 184.2 m<sup>3</sup>
- Almacenamiento total: 230.0 m<sup>3</sup>

Si bien, el almacenamiento total de este sistema está por debajo de lo requerido teórico, mediante el modelamiento de la red existente se determinó que este



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

almacenamiento es suficiente, ya que la dotación medida es inferior a los 40 L/estudiante\*día y la producción del pozo es mayor a lo que se requiere por lo que se compensa el déficit de almacenamiento con el exceso de captación.

Para el sistema ECUNEMI se construye un nuevo tanque de almacenamiento apoyado, el tanque tiene las siguientes características:

- Material del tanque: hormigón armado
- Sección del tanque: circular
- Diámetro del tanque: 5.7 m
- Altura útil del tanque: 2.0 m
- Borde libre: 0.2 m

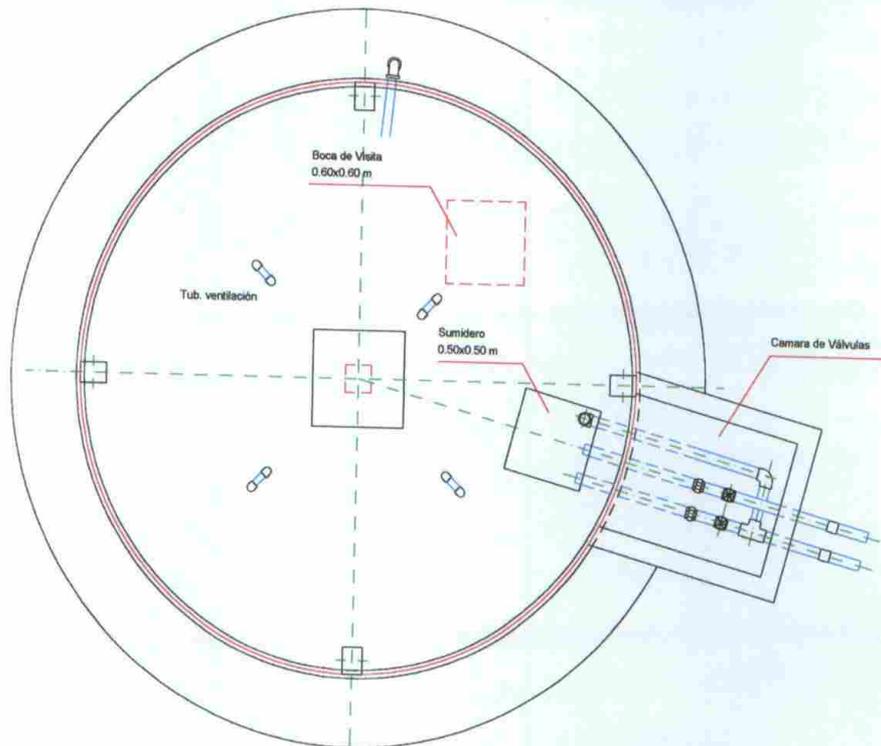
Al tanque existente se deberán realizar tareas de inspección y rehabilitación de ser necesario, mientras que el tanque nuevo deberá ser construido (**Ver pág. No. 226 Sec.3 Cap.14 del informe de consultoría**).

Dentro del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sistema de ECUNEMI, se debe construir un tanque con una capacidad de 50m<sup>3</sup>.

Se determinó tener un sistema descentralizado en dos puntos, sistema UNEMI cuya fuente de almacenamiento y distribución es el tanque elevado existentes; y sistema ECUNEMI cuya fuente de almacenamiento y distribución es el tanque nuevo de 50m<sup>3</sup>. Ambos sistemas son independientes el uno del otro.

El tanque nuevo será de sección circular, y estará apoyado sobre el suelo. El tanque es de hormigón armado, formados por paredes cilíndricas y muros, columnas, losa de piso y losa de cubierta. Se deberá proporcionar equipamiento hidráulico y cerramiento para la ubicación del nuevo tanque. El tanque tendrá una capacidad de 50m<sup>3</sup>, con un diámetro interno de 5.7m, 2.00m de altura (sin borde libre) y un espesor del muro de 0.10m.

**Figura 6:** Esquema del nuevo tanque de almacenamiento



**Normas aplicables.** - Las normas que se han aplicado en el diseño de este proyecto estructural son las que se indican a continuación:

- ACI 318S-05 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (CAP.2)

**Propiedades de los materiales:** Los materiales considerados en el proyecto son:

- Resistencia del hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

**Pesos específicos**

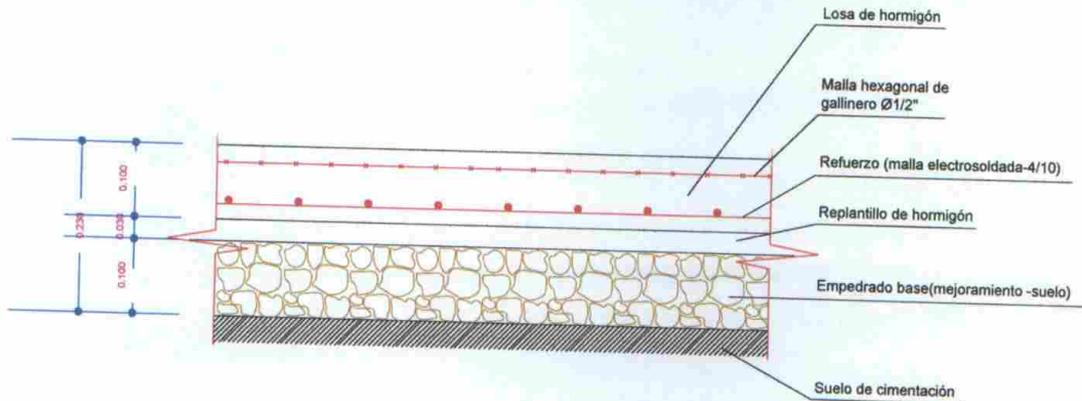
- Hormigón estructural  $\gamma = 2,400 \text{ kg/cm}^3$
- Agua  $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$

**Esquema estructural:**

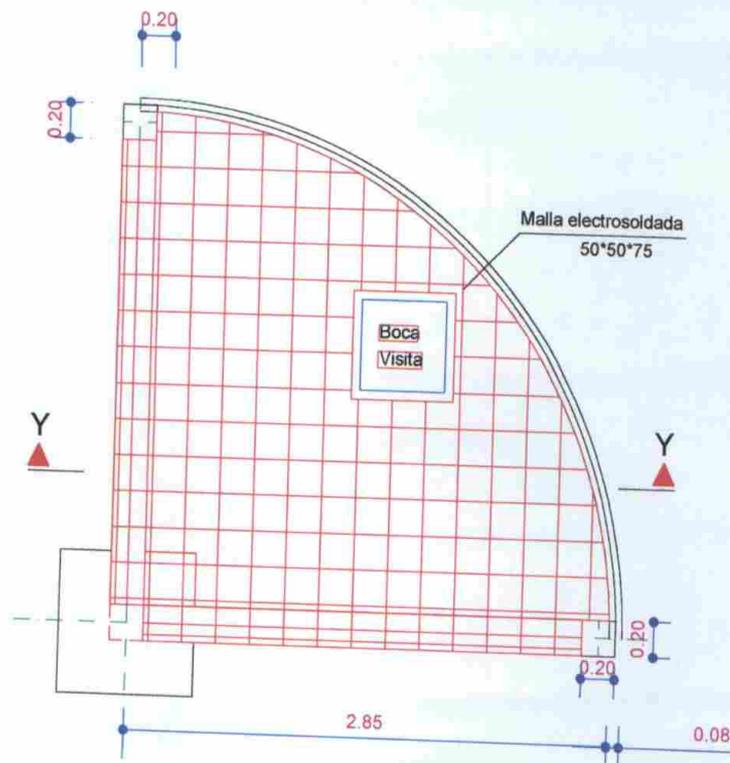
Como resultado del análisis tenemos el siguiente esquema estructural para el Tanque, el cual está compuesto por contrafuertes y muros estructurales cumple con las condiciones mencionadas anteriormente.

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Figura 7: Detalle de losa de piso de tanque**



**Figura 8: Detalle del armado de losa de tapa del tanque**



Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

Considerándose todas las condiciones de cargas que la estructura recibiría, en la etapa de su funcionamiento, se diseñó un sistema de vigas, muros, estribos y losas en cada una de las paredes del tanque de almacenamiento, para de esta manera lograr un mayor factor de seguridad y garantizar la estabilidad de la estructura, así también la resistencia del Hormigón debe ser de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .



## ***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

Los esfuerzos provocados en los Muros requieren acero por cortante. Además su acero por flexión colocado en el diseño es con la cuantía mínima del  $\rho_{min}=0.0033$ , ya que los valores de cuantía calculado eran menores que el mínimo estipulado por el código del ACI-318s-15.

Se consideró, para el armado de la losa de tapa, un refuerzo por cortante que consiste en dos mallas electrosoldadas de  $\varnothing 5.5\text{mm}$  c/15 y  $\varnothing 5.6\text{mm}$  c/15, además, la viga principal del tanque posee un refuerzo longitudinal principal superior e inferior  $2\varnothing 10\text{mm}$  mas los refuerzos requerido en secciones de la viga.

### **Diseño de la red de distribución**

Se consideró para las redes de distribución nuevas utilizar tuberías PVC de presión con conexión de tipo UE o EC dependiendo de la disponibilidad en el mercado, siempre prefiriendo tubería de tipo UE, con presión nominal de trabajo que varía desde 0.80 MPa a 2.00 MPa.

De acuerdo a la disponibilidad de materiales en el mercado se usarán los siguientes tipos de tuberías:

- Tuberías de tipo unión por sellado elástico U/E para diámetros mayores o iguales a 63mm.
- Tuberías de tipo unión por cementado solvente espigo campana E/C para diámetros entre 20mm y 50mm.

Este tipo de tuberías se pueden conseguir en el mercado local existiendo varios fabricantes y proveedores por lo que no se presentará inconveniente alguno en cuanto al suministro de este material, y no requiere una mano de obra tan calificada para su instalación y mantenimiento.

Las válvulas a ser utilizadas, en base a la disponibilidad en el mercado, serán las siguientes:

- Válvulas mariposa bridadas para tuberías de 63mm en adelante.
- Válvulas de compuerta metálicas roscables para tuberías de 20mm a 50mm.

Las acometidas a los bloques nuevos estarán compuestas por:

- Collarín de polietileno de alta calidad y resistencia comprobada.
- Llaves de corte.
- Manguera Flexible de PEAD.
- Cajas de medidores de PVC empotradas en hormigón.
- Medidor de chorro único de calidad comprobada, y con tuerca anti fraude.

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

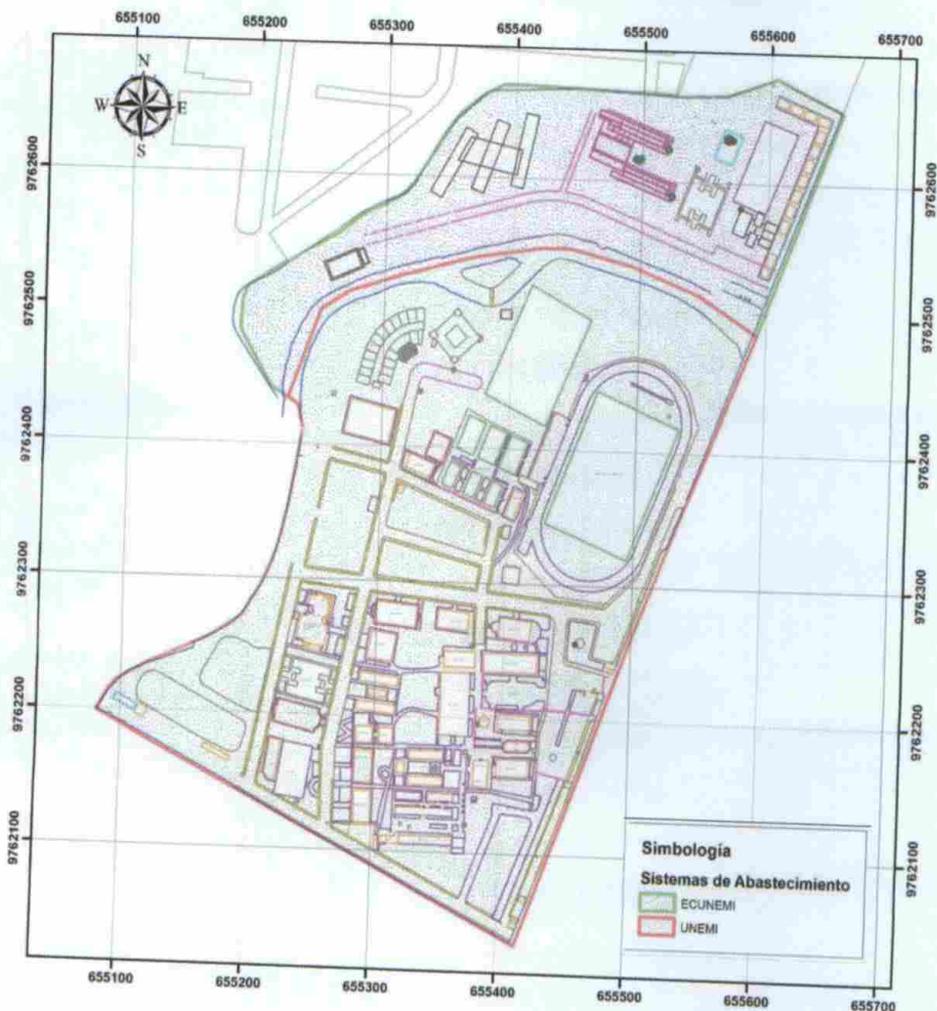
El medidor para los bloques se colocará para control interno de la universidad.

**Sectores Hidráulicos**

El predio universitario será abastecido de agua potable mediante dos sistemas independientes nombrados sistema UNEMI y sistema ECUNEMI. Estos dos sistemas tienen como frontera natural el Estero Belín y constituyen los macro sectores Sur y Norte respectivamente.

La muestra los sistemas planteados, y los macro sectores que abastecen.

**Figura 9: Sistemas de abastecimiento de UNEMI**



**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

Los bloques abastecidos por los sistemas diseñados son los siguientes:

**Sistema UNEMI**

- Bloque A
- Bloque B



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

- Bloque C
- Bloque D
- Bloque E
- Bloque F
- Bloque G
- Bloque H
- Bloque I
- Bloque J
- Bloque K
- Bloque M
- Bloque N
- Bloque O
- Bloque Q
- Bloque R
- Bloque T
- Bloque U
- Idiomas
- Gimnasio
- Gradas
- Biblioteca (CRAI)
- Biotecnología
- Aulario (Bloque 5)
- Oficina para docentes (Bloque 6)

**Sistema ECUNEMI**

- ECUNEMI
- Bloque administrativo de EPUNEMI (Bloque 2)
- Aulas EPUNEMI (Bloque 1)
- Residencia de profesores (Bloque 3)
- Residencia de estudiantes (Bloque 4)
- Piscina universitaria

En cada macrosistema de abastecimiento se han colocado válvulas que permiten seccionar o partir el sistema, para cuando se requieran hacer inspección y reparaciones, en general tareas de mantenimiento de cualquier tipo.

**Dotación:** Las dotaciones adoptadas corresponden a los siguiente:

**Tabla 11:** Dotaciones de diseño según el tipo de uso del bloque

Tipo de uso	Dotación
Residencias	140 L/habitante*día
Aulas	40 L/estudiante*día

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.



## **"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

### **Condiciones de diseño**

De acuerdo a las normas ecuatorianas vigentes se debe diseñar las redes de distribución con los siguientes parámetros:

- Se comprobarán las presiones en los puntos desfavorables de la red para el caudal máximo horario al final del periodo de diseño.
- La presión estática (línea de energía) no deberá superar los 50 metros de columna de agua ni deberá ser menor de los 3 metros de columna de agua en los puntos y condiciones más desfavorables de la red.
- La presión dinámica (gradiente hidráulico) máxima será de 40 metros de columna de agua.
- La presión dinámica mínima en los nodos de consumo será de 10 metros de columna de agua.
- Resistencia nominal mínima de tuberías de distribución: 0.80 MPa.
- Coeficiente de Manning: 0.009 para el PVC (Fabricante).
- Se dispondrá, en lo posible, de válvulas que permitan el seccionamiento y sectorización de los sistemas, de manera que se faciliten las tareas de operación y mantenimiento.
- El diámetro mínimo en redes de distribución será de 19mm.

### **DISEÑO DE BOMBEO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

Los equipos de bombeo que se utilizan corresponden a:

- **Bombas sumergibles:** Equipos de bombeo para la extracción de agua de pozo y su conducción hasta el tanque de almacenamiento elevado para el sistema de UNEMI, y bajo para el sistema de ECUNEMI.
- **Bombas centrífugas tipo Booster:** Equipos de bombeo para la impulsión directa desde un reservorio hacia la red de distribución. Este tipo de sistema es el diseñado para el sistema de ECUNEMI.

En el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la UNEMI, se requiere de 3 unidades de bombeo. En la siguiente tabla se muestran los equipos de bombeo requeridos y cuáles de ellos serán reutilizados del sistema existente para el diseño definitivo.



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Tabla 12:** Equipos de bombeo nuevos y a reutilizar

Sistema	Elemento	Tipo de bomba	Condición
UNEMI	Pozo UNEMI	1 Bomba sumergible	A reutilizar
ECUNEMI	Pozo ECUNEMI	1 Bomba sumergible	Nueva
ECUNEMI	Booster ECUNEMI	3 Bombas centrífugas	Nueva

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales.

Se va a reutilizar la unidad de bombeo existente, que corresponde a la bomba sumergible del pozo de captación de la UNEMI. Esta bomba tiene una capacidad de bombeo de 7.0 L/s y una potencia instalada de 15 hp. Se deberá someter a pruebas de bombeo y a inspecciones para revisar las condiciones en las que se encuentra para corroborar su uso en el diseño definitivo.

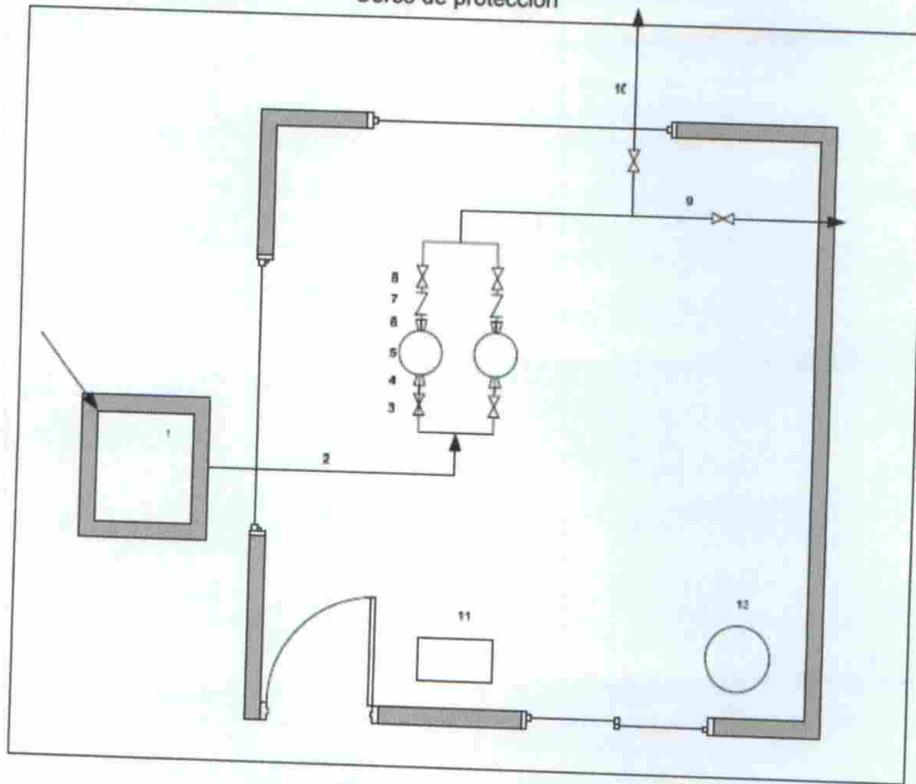
Los equipos de bombeo del sistema ECUNEMI serán todos nuevos, de los cuales 1 corresponde a una bomba sumergible, y 3 a bombas centrífugas.

En la Figura 10 se muestra de manera esquemática a configuración típica de una estación de bombeo, constituida por bombas centrífugas de eje horizontal, que justamente son las que se utilizarán para el sistema de bombeo booster de ECUNEMI.

La simbología de los elementos corresponde a lo siguiente:

1. Pozo, tanque o cámara de succión
2. Tubería de succión
3. Válvula de compuerta
4. Reducción excéntrica
5. Bomba
6. Reducción concéntrica
7. Válvula de retención
8. Válvula de compuerta
9. Tubería de impulsión
10. Tubería de limpieza
11. Tablero de control

**Figura 10:** Esquema típico de una estación de bombeo  
Cérco de protección



Fuente: OPS, 2005

### **CAPACIDAD DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

Para determinar la capacidad de la estación de bombeo se requiere conocer dos datos que son el caudal a bombear y el TDH a vencer.

La determinación del caudal de bombeo debe realizarse sobre la base de la concepción básica del sistema de abastecimiento, de las etapas para la implementación de las obras y del régimen de operación previsto para la estación de bombeo.

Para el dimensionamiento de la bomba sumergible se debe considerar el caudal de captación requerido para el final del periodo de diseño.

Para el dimensionamiento de los equipos del bombeo booster se establece que, cuando el sistema de abastecimiento de agua no incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad del sistema de bombeo debe ser calculada en base al caudal máximo horario y las pérdidas en la red distribución; por lo tanto, el caudal de bombeo del sistema de booster corresponde al caudal máximo horario.

Para determinar el TDH total de la bomba se toma en cuenta la carga de succión y la carga de impulsión.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

La tabla muestra los datos de caudal y TDH requeridos para el dimensionamiento de los equipos de bombeo.

**Tabla 13:** Requerimientos para dimensionamiento de las bombas

Tipo de bomba	Caudal de bombeo (L/s)	TDH (m)
Bomba sumergible	1.20	20
Bombeo booster	2.12	25

Fuente: Estudio de consultoría, 2017

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor debe realizarse con la siguiente formulación:

$$P_b = \frac{Q_b * TDH}{76 * \eta}$$

**Donde:**

P<sub>b</sub> es la potencia de la bomba

Q<sub>b</sub> es el caudal de bombeo

TDH es la carga dinámica total

h es la eficiencia del sistema de bombeo

Depende del caudal de bombeo y de sus variaciones, además, de la necesidad de contar de equipos de reserva para atender situaciones de emergencia.

**Número de unidades de bombeo**

En situaciones donde se requiere solo un equipo de bombeo, es recomendable instalar uno idéntico de reserva, estableciendo un coeficiente de seguridad del 200%; pero si el tamaño de los equipos resulta muy grande, es recomendable incrementar el número de ellos, estableciendo coeficientes de seguridad menores. En tales casos puede admitirse hasta 150% como coeficiente de seguridad de los equipos. En general se puede establecer que para dos bombas o más que constituyen un equipo de bombeo dimensionado, se suministre una bomba más de iguales características como equipo de reserva.

**Tipos de Bombas**

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles. Para este estudio particular se deberá realizar el dimensionamiento de dos tipos de bombas, bomba sumergible para el pozo de captación, y bombas centrífugas horizontales para el booster de impulsión.

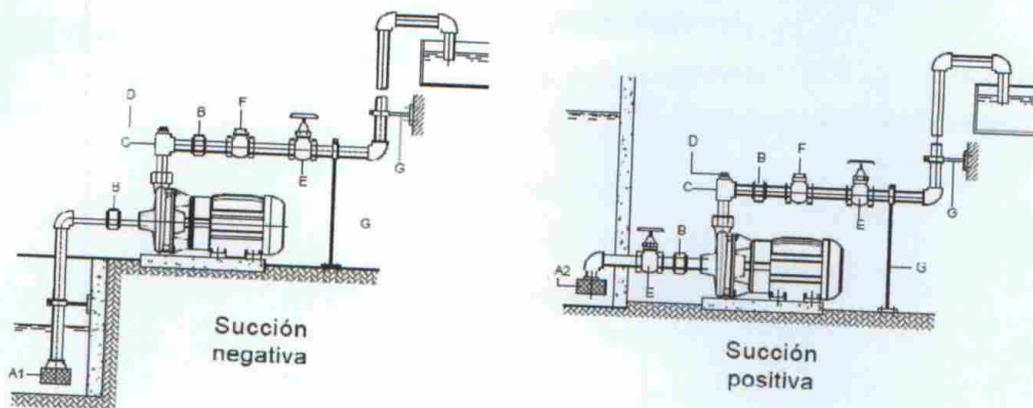
**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Bombas centrífugas horizontales:** Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional.

Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva y bombas de succión negativa. Si la posición del eje está sobre la superficie del agua, la succión es negativa y en la situación inversa la succión es positiva, tal como se muestra en la figura.

**Figura 11:** Succión negativa y positiva de bombas centrífugas horizontales



Fuente: OPS, 2005

La mayor desventaja que presentan estas bombas es la limitación en la carga de succión, ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10,33 m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento.

Se mostrará la selección de los equipos de bombeo nuevos, mismos que corresponde a la bomba sumergible y bombeo booster del sistema de distribución de ECUNEMI.

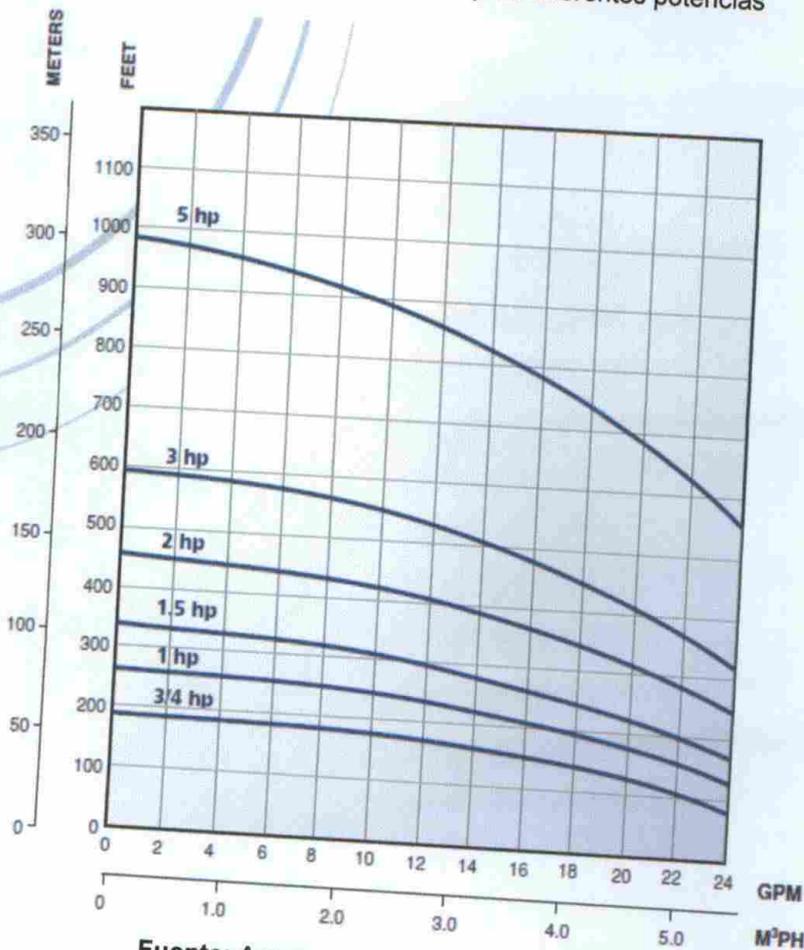
**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**BOMBA SUMERGIBLE:** Los datos requeridos para el dimensionamiento corresponden a:

- Caudal de bombeo: 1.20 L/s
- TDH: 20 m

La cantidad de bombas requeridas corresponde a 1. En base a estos requerimientos, se dimensiona la bomba sumergible. Se seleccionó una bomba sumergible de **0.75 hp** de potencia. La curva de la bomba dimensionada se muestra a continuación:

**Figura 12:** Curva de la bomba para diferentes potencias



Fuente: Acero comercial ecuatoriano, 2017

La curva de la Figura 12 para la bomba de potencia de 0.75 hp, para el caudal requerido de 1.20 L/s, da los siguientes resultados:

- Potencia 0.75 hp
- Caudal de bombeo 1.20 L/s
- TDH entregado 40 m

Lo que representa un incremento del 100% en el TDH requerido (20m)



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Para el TDH requerido (20m) la bomba entrega un caudal mayor a 6 m<sup>3</sup>/h (1.70 L/s), lo que representa un incremento del 42% en el caudal a ser explotado. Esto demuestra lo anteriormente mencionado de que estas bombas por lo general no tienen eficiencias muy altas, más aún cuando se trata de caudales bajos.

### **BOMBEO BOOSTER**

Para el sistema de UNEMI la distribución se realiza mediante presión dada por el tanque elevado, por lo que no se requiere sistema de impulsión, excepto aquel dado por la bomba sumergible.

Para el sistema de ECUNEMI la distribución de agua potable se realiza mediante la impulsión por bombeo Booster o directo a la red, es decir que la altura de impulsión será dada por la bomba dimensionada.

Para el dimensionamiento de esta bomba, se debe considerar el caudal máximo horario, ya que representa la descarga máxima que deben entregar las bombas en una hora determinada.

En base a lo mencionado, se determina que los parámetros para el dimensionamiento de la bomba corresponden a lo siguiente:

- Sistema de impulsión booster
- Caudal máximo: 2.12 L/s
- Presión de salida: 25 m

Con base en estos parámetros se procede a dimensionar la bomba, obteniéndose lo siguiente:

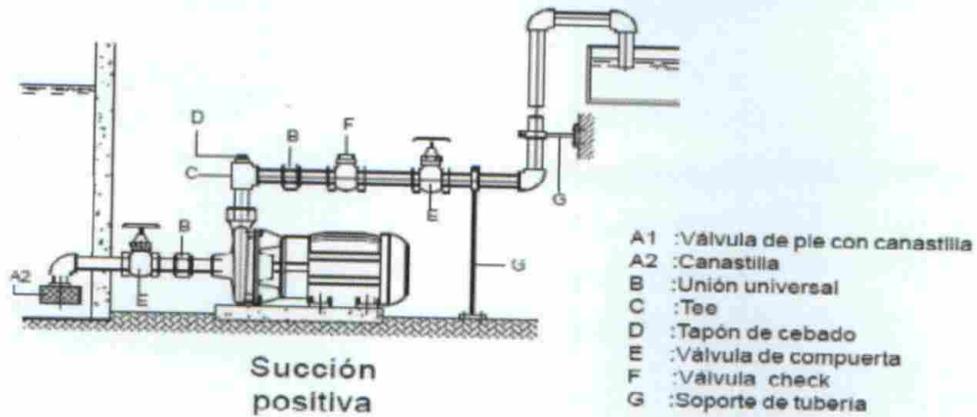
- Potencia de la bomba: 1.06 hp
- Caudal nominal de la bomba: 1.04 L/s
- Presión de salida: 39 m
- Cantidad: 2 unidades de trabajo (caudal de 2.08 L/s), y 1 unidad de reserva

Se ha considerado una bomba con conexión de tipo monofásica para el sistema de ECUNEMI, dado que la acometida existente actualmente para las aulas de ECUNEMI es monofásica.

La bomba propuesta corresponde a una bomba centrífuga de eje horizontal de silla.

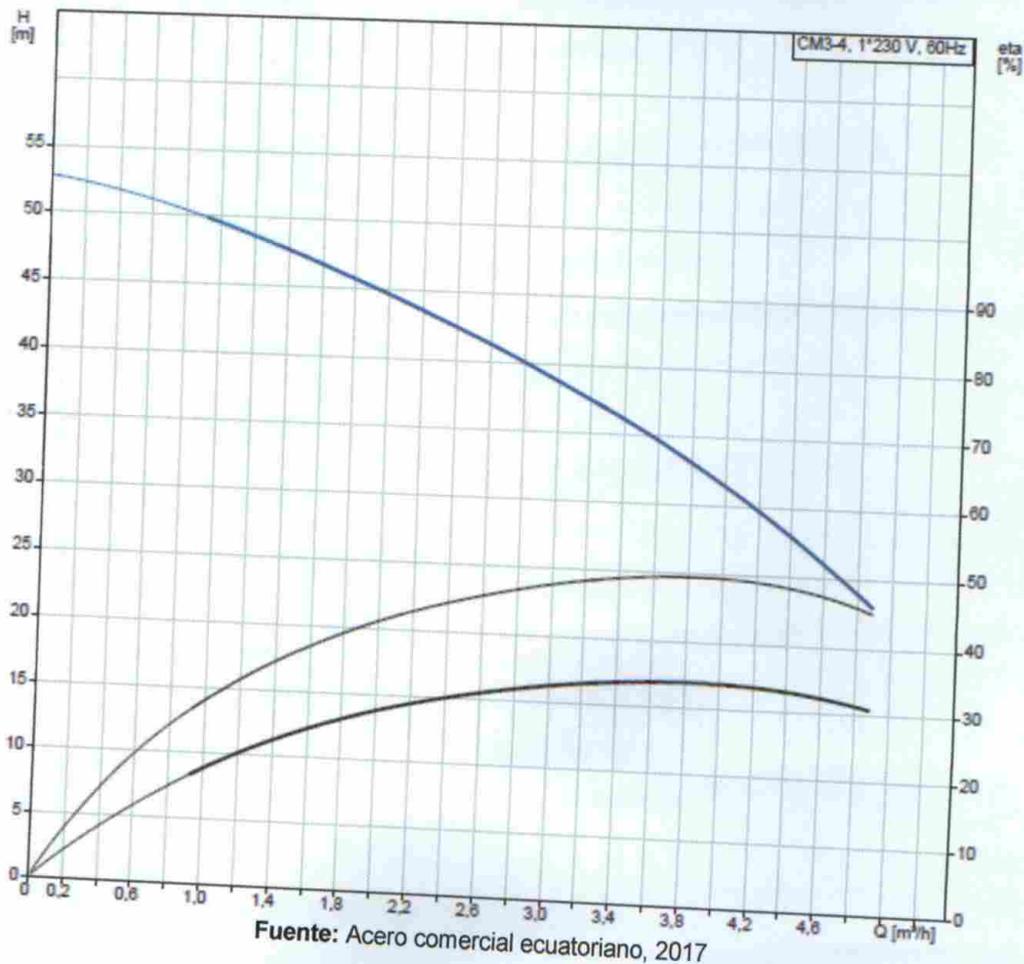
**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Figura 13:** Vista esquemática de la bomba propuesta



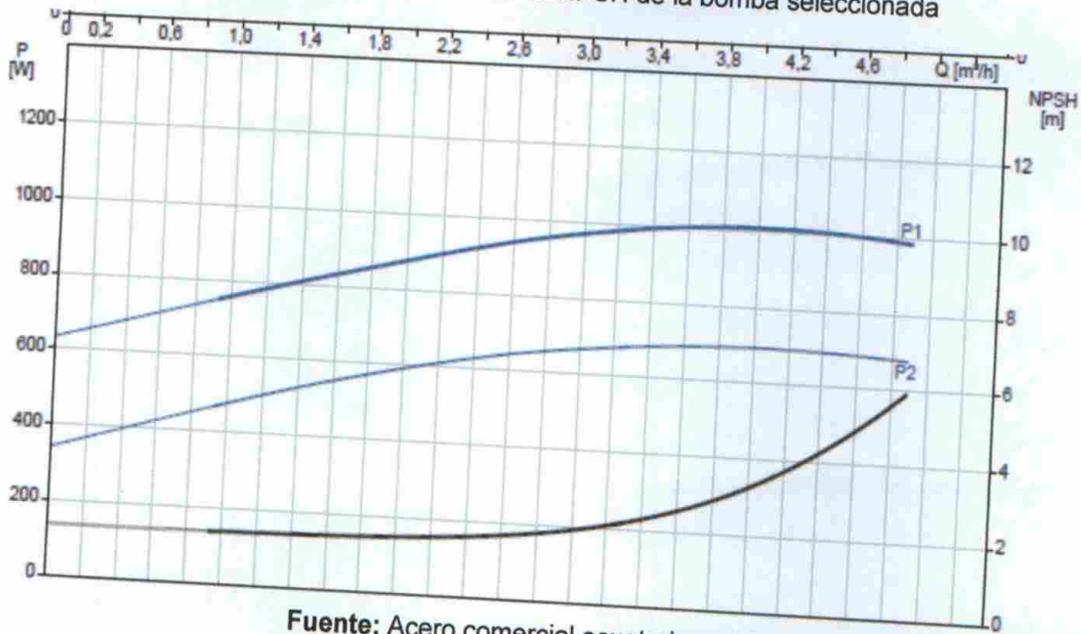
En base a estos requerimientos, se dimensiona las bombas del sistema de impulsión booster. Se seleccionó una bomba centrífuga de eje horizontal monofásica de **1.0 hp** de potencia. Se usa conexión monofásica dado que la acometida existente en ECUNEMI es de este tipo. La curva de la bomba dimensionada se muestra a continuación:

**Figura 14:** Curva de caudal vs altura entregada de la bomba seleccionada



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Figura 15:** Curva de caudal vs NPSH de la bomba seleccionada



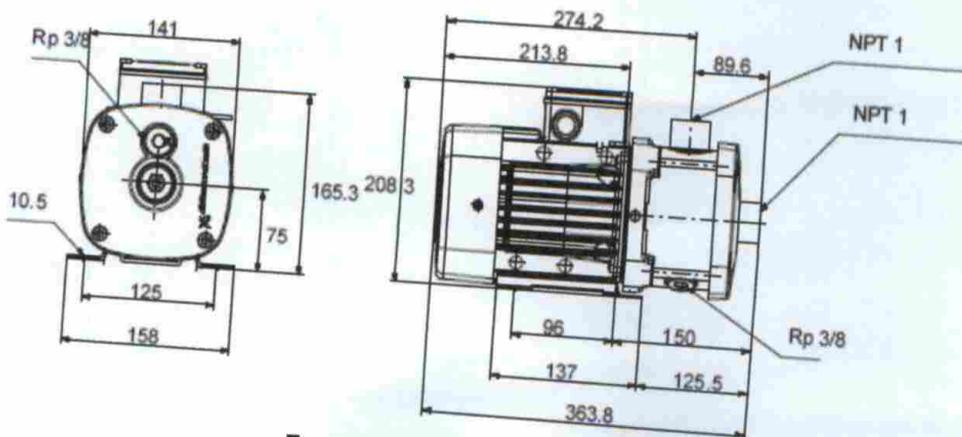
Fuente: Acero comercial ecuatoriano, 2017

La curva de la Figura 14 para la bomba de elegida muestra que, para el caudal requerido de 1.10 L/s (caudal total de 2.20 L/s entre dos dado que se usan dos bombas como equipo de trabajo), da los siguientes resultados:

- Potencia 1.0 hp
- Caudal de bombeo 1.10 L/s
- TDH entregado 31 m

Lo que representa un incremento del 24% en el TDH requerido (25m). La eficiencia alcanzada es del 65%. Para el TDH requerido (25m) la bomba entrega un caudal mayor a 5 m<sup>3</sup>/h (1.4 L/s), lo que representa un incremento del 16% en el caudal a ser explotado.

**Figura 16:** Vista esquemática de la bomba centrífuga seleccionada



Fuente: Estudio de consultoría



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Redes de distribución**

Se muestran los resultados relevantes del diseño obtenidos a partir del modelamiento hidráulico considerando la hora pico de consumo (11h00). Se muestra la información por sistema de distribución

**Tabla 14:** Resultados promedio de los sistemas de distribución

SECTOR	Elevación promedio (m)	Gradiente Hidráulico promedio (m)	Presión media (m)
ECUNEMI	9.80	30.61	20.77
UNEMI	9.99	21.88	11.87
<b>Total</b>	<b>9.97</b>	<b>22.73</b>	<b>12.73</b>

<b>Presión Máxima (m)</b>	<b>26.2</b>
<b>Presión Mínima (m)</b>	<b>6.40</b>

**Fuente:** estudio de consultoría,2017

De los resultados podemos decir que la red cumple con las condiciones de diseño mencionadas. Todos los puntos de consumo poseen presiones mayores o iguales a 7 mca para la hora pico de consumo, a excepción de la acometida del bloque D que tiene una presión de 6.40 mca, pero esto no representa un problema ya que constituye un bloque de una planta, por lo que la presión entregada es suficiente. Se garantiza un correcto funcionamiento de los sistemas.

En la tabla siguiente, se muestran las longitudes de las redes para los sistemas de distribución de UNEMI y ECUNEMI respectivamente.

Los diámetros de las redes para el sistema de ECUNEMI van desde 1" hasta 90 mm de material PVC, siendo el 100% tubería nueva. Los diámetros de las redes para el sistema de UNEMI van desde 1" hasta 160 mm (bajante del tanque elevado), siendo el 63.4% tubería existente, 28.7% tubería de reemplazo (cambia de una tubería existente por una de mayor diámetro para mejorar condiciones hidráulicas), y 7.9% corresponde a tubería nueva.

**Tabla 15:** Longitud de redes por sistema de distribución

Diámetro (mm)	Existente (m)	Nueva (m)	Reemplazo (m)	Total (m)
<b>ECUNEMI</b>		<b>605.2</b>		<b>605.2</b>
17		102.3		102.3

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

22		98.8		98.8
29		88.5		88.5
37		42.7		42.7
47		253.3		253.3
70.4		9.2		9.2
84.4		10.4		10.4
<b>UNEMI</b>	<b>1945.5</b>	<b>251.5</b>	<b>740.7</b>	<b>2937.7</b>
17	345.8			345.8
22	732.3	30.5	140.9	903.7
29	6.0		234.9	240.9
47		170.0	31.6	201.6
59	849.7	51.0	322.8	1223.5
70	8.5			8.5
84.4			6.4	6.4
160	3.2		4.1	7.3
<b>Total (m)</b>	<b>1945.5</b>	<b>856.7</b>	<b>740.7</b>	<b>3542.9</b>

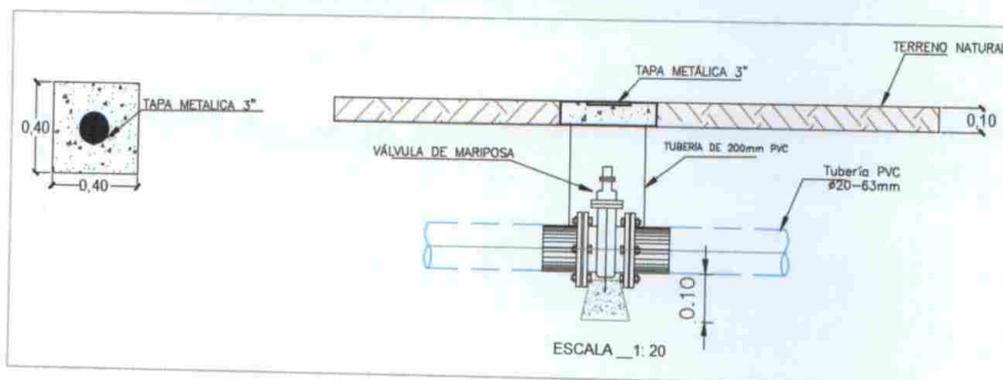
Fuente: estudio de consultoría, 2017

### Válvulas

Algunas consideraciones para la instalación de las válvulas en los sistemas planteados son las siguientes:

- Las válvulas de abastecimiento de tipo compuerta (diámetro menor a 50 mm), y las válvulas de seccionamiento estarán contenidas en cajetín de PVC.
- Las válvulas de abastecimiento de tipo mariposa (diámetro mayor o igual a 63 mm) estarán contenidas en cámaras de hormigón armado. Además, tendrá un bloque de anclaje de 0.10 m de altura.

Figura 17: Esquema de instalación de válvula de tipo compuerta



- Válvulas de aire: a instalarse en las tuberías de salida de cada tanque, y en los puntos alto de la tubería de conducción, y donde se requiera tal que se cumpla que la separación máxima entre válvulas de airea sea de 500 m. El diámetro de las válvulas será de acuerdo al diámetro y caudal en la tubería.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Las cámaras de las válvulas de mariposa del sistema serán de hormigón armado. Aunque estas no resisten carga, más que el peso propio y la carga debida al empuje del suelo, se ha decidido utilizar hormigón armado en lugar de hormigón simple debido a la zona sísmica activa en que se encuentra el Ecuador.

A continuación, se listan las válvulas de los sistemas de UNEMI y ECUNEMI, indicando el tipo de mecanismo, las características de la misma y el diámetro. Se han considerado únicamente las válvulas de abastecimiento y seccionamiento de los sistemas. Las válvulas de aire y desagüe se identifican en los planos de implantación de la red.

La nomenclatura usada en la tabla corresponde a lo siguiente:

- Mecanismo = M (mariposa); C (compuerta)
- Contenida en = CAM (Cámara de hormigón armado); CAJ (Cajetín de PVC)
- Extremos = BR (bridada); R (roscable)
- Estado de funcionamiento = C (cerrada); A (abierta)

**Tabla 16:** Válvulas de los sistemas de distribución de la UNEMI

Sistema	Abastece a:	Código	Tipo	Mecan.	Diámetro (mm)	Contenido en:	Extremo	Funcion.	Estado
ECUNEMI	Subida tanque nuevo	ECU-1	Abast	M	75	CAM	BR	A	Nueva
ECUNEMI	Aulas nuevas EPUNEMI	ECU-2	Secc	C	32	CAJ	R	A	Nueva
ECUNEMI	Residencia profesores	ECU-3	Abast	C	40	CAJ	R	A	Nueva
ECUNEMI	Residencia estudiantes	ECU-4	Abast	C	25	CAJ	R	A	Nueva
ECUNEMI	Piscina	ECU-5	Abast	C	20	CAJ	R	A	Nueva
ECUNEMI	Aulas ECUNEMI	ECU-6	Abast	C	20	CAJ	R	A	Nueva
ECUNEMI		ECU-7	Secc	C	50	CAJ	R	A	Nueva
UNEMI	Derivación 1	UNE-1	Abast	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI	Derivación 2	UNE-2	Abast	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI	Derivación 3	UNE-3	Abast	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI		UNE-4	Secc	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI		UNE-5	Secc	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI	Bloque F	UNE-6	Abast	C	50	CAJ	R	A	Exist



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

UNEMI		UNE-7	Secc	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI		UNE-8	Secc	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI		UNE-9	Secc	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI		UNE-10	Secc	M	63	CAM	BR	A	Exist
UNEMI	Entrada acometida municipio	UNE-11	Abast	C	25	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Cisterna de bloques C, D y E	UNE-12	Abast	C	25	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Cisterna bloque C	UNE-13	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Cisterna bloque R	UNE-14	Abast	C	25	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Cisternas bloque A y B	UNE-15	Abast	C	20	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Cisterna bloque L	UNE-16	Abast	C	20	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Cisterna Gimnasio	UNE-17	Abast	C	40	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Cisterna CRAI	UNE-18	Abast	C	25	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Cisterna bloque de Idiomas	UNE-19	Abast	C	20	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Cisterna biotecnología	UNE-21	Abast	C	50	CAJ	R	A	Nueva
UNEMI	Subida al tanque elevado	UNE-22	Abast	M	75	CAM	BR	A	Exist
UNEMI	Riego	UNE-23	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Riego	UNE-24	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Riego	UNE-25	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Riego	UNE-26	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Riego	UNE-27	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Riego	UNE-28	Abast	C	25	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Comedor La Nena	UNE-29	Abast	C	25	CAJ	R	A	Exist
UNEMI		UNE-30	Abast	C	25	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Batería Sanitaria	UNE-31	Abast	C	25	CAJ	R	A	Exist
UNEMI	Riego	UNE-32	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Riego	UNE-33	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist
UNEMI	Hidrante CRAI	UNE-34	Abast	C	20	CAJ	R	C	Exist

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

UNEMI	Riego	UNE-35	Abast	M	63	CAM	BR	C	Exist
-------	-------	--------	-------	---	----	-----	----	---	-------

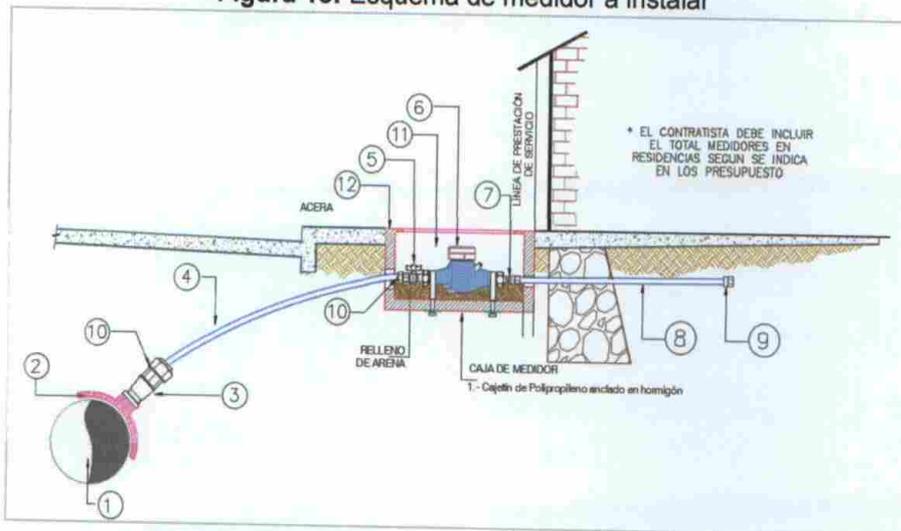
Fuente: Estudio de consultoría, 2017

Se ha considerado que todas las válvulas de compuerta que se van a colocar en el proyecto estén dentro de un cajetín de PVC, mientras que todas las válvulas de Mariposa se ubiquen dentro de cámaras de hormigón armado.

**Acometidas y medidores en bloques de aulas**

Se ha considerado en el diseño la instalación de medidores a la entrada de la acometida principal de los bloques de aulas actuales y nuevos, con la finalidad de que la universidad pueda tener un control interno de los consumos, identificar zonas de fugas entre otras actividades.

**Figura 18: Esquema de medidor a instalar**



- 1.- TUBERIA MATRIZ DE PVC/UE
- 2.- COLLARÍN entre Ø12.5mm a Ø63mm
- 3.- CONECTOR DE INCORPORACIÓN DE BRONCE P/PEAD Ø 1/2"
- 4.- TUBO DE PEAD ROSCABLE Ø 1/2" PE 80
- 5.- REGISTRO DE CORTE DE LATON P/PEAD
- 6.- MEDIDOR DE VELOCIDAD CLASE "RN 100" (CHORRO UNICO)
- 7.- UNION UNIVERSAL Ø1/2"
- 8.- TUBERÍA INTRADOMICILIARIA (USUARIO) PVC ROSCABLE Ø1/2"
- 9.- TAPON PVC Ø 1/2"
- 10.- ADAPTADOR PEAD ROSCABLE Ø1/2"
- 11.- CAJA DE POLIPROPILENO (INCLUYE TAPA HF)
- 12.- BLOQUE DE ANCLAJE PARA LA CAJA DE POLIPROPILENO

Fuente: estudio de consultoría, 2017



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

## **SISTEMA AASS – ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA UNEMI**

En la alternativa de diseño se divide a la UNEMI en dos macrocuencas para la recolección de las aguas residuales, denominadas Norte y Sur. Para la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario de UNEMI, se requiere usar terrenos para la ubicación de los cárcamos bombeo de aguas residuales para la macrocuenca Sur, uno de ellos es existente mientras que el otro es nuevo.

Los terrenos en donde se ubicarán las estructuras del sistema de recolección de aguas residuales pertenecen a la UNEMI, por lo que no se presentarán problemas de expropiación.

**Tabla 17:** Terrenos requeridos para el sistema de alcantarillado sanitario

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Observaciones</b>
Terreno Propio (Existente)	Cárcamo de bombeo # 1	57.85	Delimitación del terreno y estructura del cárcamo existente. Se reutilizarán estas instalaciones en el diseño final
Terreno Propio (Nuevo)	Cárcamo de bombeo # 2	57.85	Terreno destinado a la construcción de un cárcamo de bombeo nuevo.

**Fuente:** Estudio de consultoría, 2017

A continuación, se presenta un gráfico esquemático con la ubicación del terreno solicitado, y las coordenadas de los vértices.

**Tabla 18:** Coordenadas del terreno para sistema de abastecimiento de agua potable

<b>Nombre</b>	<b>Área (m2)</b>	<b>Coordenadas de los Vértices UTM, Zona 17s</b>
Cárcamo de bombeo # 2	57.85	1 - E: 655394.450; N: 9762503.546 2 - E: 655400.560; N: 9762500.601 3 - E: 655396.855; N: 9762492.917 4 - E: 655390.746; N: 9762495.862

**Fuente:** Estudio de consultoría, 2017

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Figura 19: Ubicación del cárcamo de bombeo nuevo**



Adicionalmente en la alternativa de diseño de alcantarillado sanitario elegida, se descargará las aguas residuales generadas por la UNEMI al sistema de alcantarillado municipal.

Para ello se requiere realizar la construcción de colectores fuera del predio universitario, para lo cual se envió el Oficio No. XAJ-UNE-001-2017 al Gerente General de la Empresa Pública de Aguas de Milagro (EPAMIL) solicitando la factibilidad de realizar la conexión, recibiendo una respuesta positiva mediante oficio No. EPAMIL-2017-003-Of.

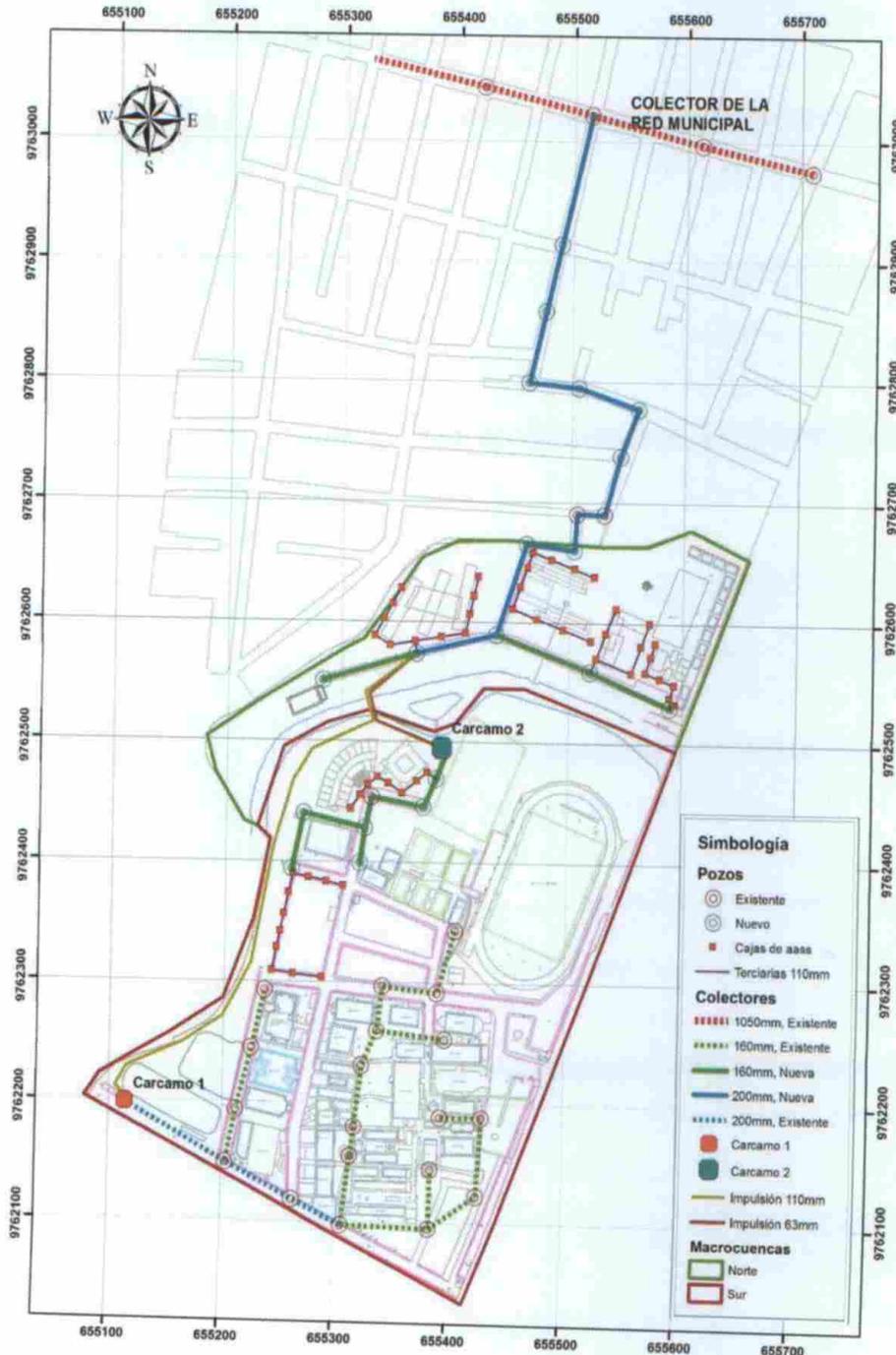
El colector fuera del predio universitario se ubica en la ciudadela Los Troncos, siguiendo el sentido Sur a Norte tiene el siguiente recorrido empezando por la calle La Libertad hasta la calle Sin Nombre, luego gira a la izquierda hasta la Julián

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Coronel, avanzando por esta calle hasta llegar a la Av. 1 de mayo en donde se conecta al sistema de alcantarillado sanitario municipal.

Se deberá informar a la EPAMIL antes de realizar la construcción de estos colectores.

**Figura 20:** Esquema del sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: Estudio de consultoría ,2017



***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

El sistema de alcantarillado sanitario está diseñado para evacuar las aguas residuales de todos los bloques dentro del área de estudio. Actualmente la mayoría de bloques de aulas de la UNEMI están conectados al sistema de alcantarillado sanitario, aunque existen predios que, debido a niveles, no logran conectarse. Estos bloques no conectados a la red de alcantarillado descargan sus aguas residuales a pozos sépticos, y son bloque de Idiomas, Gimnasio, bloque Q, e instalaciones de ECUNEMI. En el diseño planteado se conectan todos estos bloques y los nuevos a la red de alcantarillado, dejando deshabilitados los pozos sépticos.

La red de alcantarillado actual se encuentra en buen estado, y los colectores han sido dimensionados de manera que estos pueden ser reutilizados en el diseño definitivo de este estudio, sin embargo, se presentan problemas en el tratamiento y en la descarga de las aguas residuales.

El tratamiento actual consiste en tres reactores, en donde el paso del agua residual se da por rebose. Luego de pasar por las tres cámaras, el agua es descargada al Estero Belín, en esto consiste el tratamiento.

La muestra de agua del efluente del sistema de tratamiento mostró que la descarga posee sobre población de agentes patógenos tales como Coliformes fecales, y la presencia de Tensoactivos por encima de los límites máximos permisibles especificados por la normativa ambiental vigente. Otro parámetro por encima del límite corresponde a los niveles de nitrógeno como resultado de la degradación bacteriana de los compuestos nitrogenados del agua residual.

Por lo expuesto, y de acuerdo al informe de caracterización físico química del laboratorio, se concluye que el efluente del tratamiento no cumple con los límites máximos permitidos por la normativa ambiental y por tanto se deberán implementar acciones correctivas a fin de que la descarga no genere afectación al recurso hídrico.

Las soluciones planteadas para el tratamiento en la Fase I del estudio correspondían a construir una nueva planta de tratamiento que produzca un efluente que cumpla los requerimientos exigidos por la norma ambiental vigente, o la descarga al sistema de alcantarillado municipal, en donde la UNEMI como institución se deslinda de la responsabilidad de tratar el agua antes de realizar la



***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

descarga. Se optó por la descarga al sistema de alcantarillado municipal, para ello se solicitó mediante oficio a la EPAMIL la factibilidad de realizar la conexión entre el sistema de alcantarillado de UNEMI y del municipio, recibándose una respuesta favorable por parte de la EPAMIL.

El sistema de alcantarillado existente cuenta con mecanismo de recolección tradicional constituido por cajas de aguas servidas, terciarias de tuberías de PVC estructurado de 110 mm, cámaras de inspección de hormigón armado y red de colectores de PVC estructurado de 160 mm y 200 mm. De acuerdo a los caudales requeridos, y en base al modelamiento hidráulico realizado se pudo determinar que los diámetros existentes son adecuados para el diseño a futuro, y los colectores y pozos se encuentran en buen estado en base a tareas de mantenimiento que se realizaron en el año 2017. Adicionalmente, se conoce que anualmente se realizan tareas de limpieza de cajas, pozos, colectores, por lo que las redes actuales tienen buena condición. De acuerdo a lo mencionado, se ha considerado reutilizar toda la red de alcantarillado actualmente instalada. Se dividió a la UNEMI en dos macrocuencas de recolección de aguas servidas nombradas Norte y Sur.

La macrocuenca Norte corresponde a la zona actualmente ocupada por la ECUNEMI, y constituye una gran zona de expansión a futuro. La macrocuenca Sur corresponde la zona actualmente ubicada y donde se proyecta construir nuevos bloques. Ambas macrocuencas están divididas naturalmente por el paso del Estero Belín, que se constituye en la frontera entre las cuencas de drenaje. Los sistemas funcionan a gravedad, y el de aguas residuales de la macrocuenca Sur descarga en un pozo de la macrocuenca Norte, desde aquí se conduce a gravedad las aguas hasta el sistema de alcantarillado sanitario.

A continuación, se detalla la cantidad de pozos, el tipo de pozo, diámetros de colectores y la longitud de los mismos a ser reutilizados en el sistema de alcantarillado sanitario diseñado. Así mismo se coloca los pozos nuevos y los colectores nuevos. Se considera pozo Tipo 1 si tiene una profundidad menor o igual a 2.50 m, y pozo tipo 2 si tiene una profundidad que oscila entre 2.50 m a 5.00 m.

**Tabla 19:** Cantidad de pozos de inspección nuevos y a reutilizar

<b>Tipo de pozo</b>	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Total</b>
Existente	19	4	23
Nuevo	20	2	22



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>45</b>
--------------	-----------	----------	-----------

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

**Tabla 20: Longitud de colectores nuevos y a reutilizar en el sistema de aass**

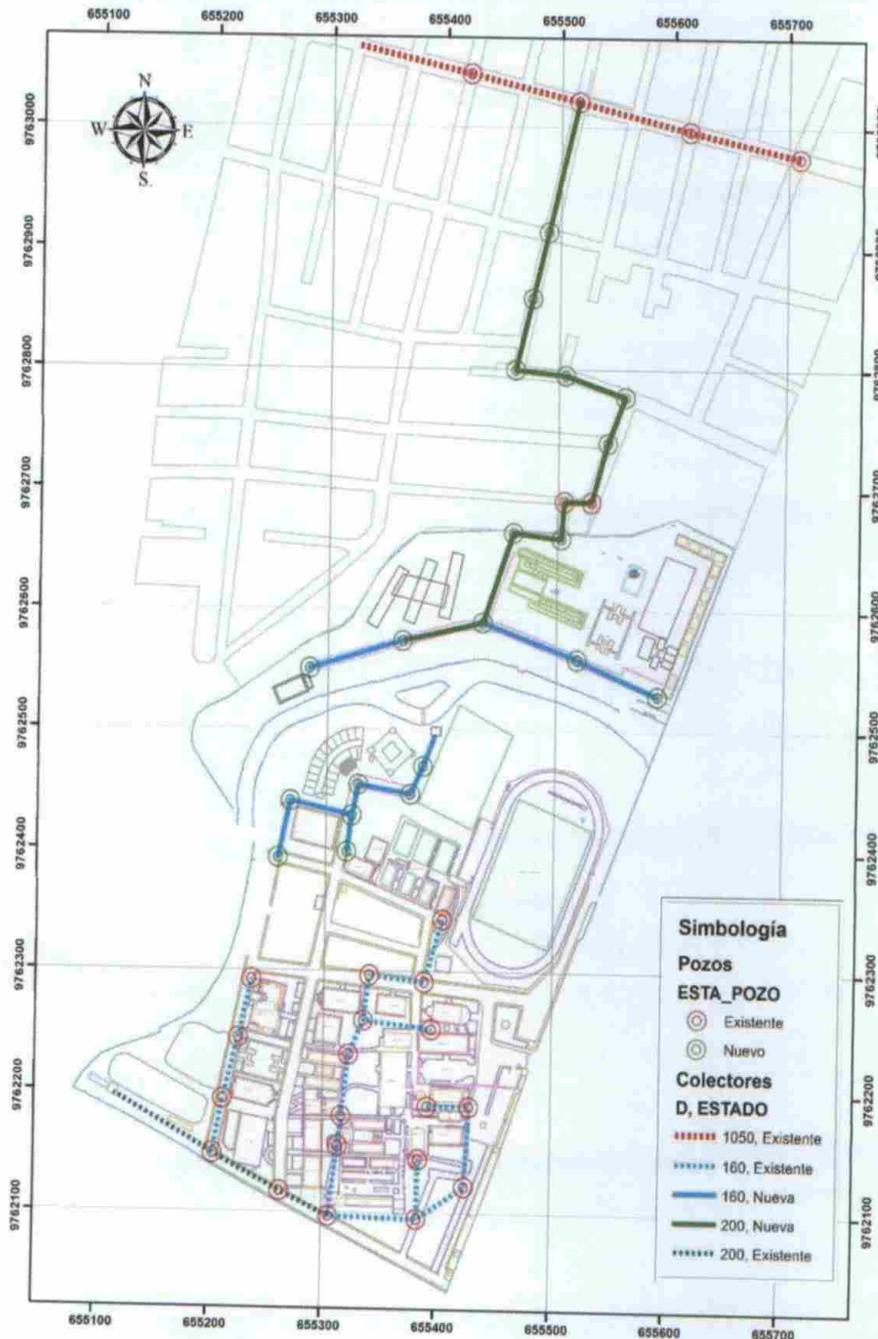
<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Existente</b>	<b>Nuevo</b>	<b>Total</b>
160	793.0	506.5	1299.5
200	214.2	440.3	654.5
250		228.1	228.1
1050	398.4		398.4
<b>Total</b>	<b>1405.6</b>	<b>1174.9</b>	<b>2580.5</b>

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

De lo mostrado en las tablas anteriores se identifica que el 55% de los colectores del sistema corresponden a tuberías existentes, mientras que el 45% de los pozos del sistema serán reutilizados, lo que significa que el sistema actual funciona correctamente a nivel de recolección mediante colectores, y que la red solo necesitaría ampliaciones para cubrir las descargas de los bloques nuevos proyectados.

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Figura 21: Implantación de red de colectores, tramos nuevos, existentes**



Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

- Elección de materiales a utilizarse

Para las redes de los sistemas de alcantarillado sanitario se ha considerado utilizar tuberías PVC de pared estructurada e interior liso. Este tipo de tuberías se pueden conseguir en el mercado local, existiendo varios fabricantes y proveedores, por lo que no se presentará ningún inconveniente en cuanto al suministro de material.



## **“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Como se verá, los diámetros requeridos para las redes corresponden a 110 mm, 160 mm y 200 mm (diámetros interiores).

Las cajas de registro individuales (cajas de aguas servidas para la descarga de los bloques de aulas), serán de POLIETILENO, con elevador de PVC de alta resistencia, elección que se tomó debido a las facilidades constructivas que brinda, alta duración y costo relativo normal (el costo se podrá observar en la sección de presupuestos). Esto incluye cajas esquineras.

Las cajas esquineras serán de hormigón armado, debido a que muchas de estas reciben redes terciarias que no forman un ángulo de 90°, pudiendo ser estos muy variados, lo que representa un problema constructivo al momento de utilizar cajas prefabricadas de POLIETILENO (PE).

Las cámaras de inspección serán de hormigón armado resistentes al tráfico, con sus correspondientes escaleras de servicio y tapa metálica.

### **Condiciones de diseño de redes y pozos**

- Condiciones de diseño de redes:
  - Redes terciarias (recolección primaria)
    - Diámetro de tubería (terciaria): 110 mm (diámetro exterior 125 mm)
    - Pendiente mínima: 4/1000
    - Coeficiente de Manning: 0.009 (Fabricante para PVC)
    - Profundidad mínima: 0.50 m
    - Profundidad máxima: 2.00 m
    - Coeficiente de retorno: 0.80
  - Colectores:
    - Deberán funcionar para caudal máximo horario + caudal de infiltración (infiltración + aguas ilícitas)
    - Mínimo 15% del tubo deberá trabajar libre de flujo para caudal máximo horario.
    - Diámetro mínimo: 160 mm (diámetro exterior 175 mm)
    - Longitud máxima de colector: 100 m
    - Velocidad mínima de autolimpieza: 0.45 m/s
    - Velocidad máxima: 4.50 m/s
    - Pendiente mínima: 0.002
    - Coeficiente de retorno: 0.80
    - Ausencia de resaltos hidráulicos en todos los tramos (Perfil no combinado).
    - Coeficiente de Manning: 0.009 (Fabricante – para PE y PVC)
    - Profundidad máxima: 5.00 m (se logró en todos los tramos de colectores nuevos).
    - Número de Froude: Menor a 0.7 y mayor a 1.5 (Referencia del código colombiano “Guía de Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado de Medellín”).
    - Esfuerzo de autolimpieza: mayor a 0.60 Pa como mínimo, recomendado 1.00 Pa (Recomendación del código colombiano).



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

- Línea de gradiente de Energía e Hidráulico, EN LO POSIBLE menores a línea de corona de tubo, y SIEMPRE menores a cota de terreno.
- Condiciones de diseño de cajas circulares a la salida de bloques:
  - Diámetro: 0.40 m
  - Profundidad mínima: 0.50 m
  - Profundidad máxima: 2.00 m
- Condiciones de diseño de pozos o cámaras de revisión
  - Diámetro mínimo: 0.90 m, y se calcula de acuerdo a la ecuación:

$$D_p = \frac{D_s}{\cos(\Delta/2)}$$

Donde:

$D_p$  = Diámetro interno real de la estructura de conexión.

$D_s$  = Diámetro externo real de la tubería de salida.

$\Delta$  = Ángulo de intersección entre los tramos (Grados)

- Profundidad mínima: 0.80 m
- Profundidad máxima: 5.00 m.
- Línea de Gradiente de Energía e Hidráulico serán siempre menores a cota de terreno
- Invert de tubería de salida es igual a invert de pozo de revisión.

En función de estas condiciones de diseño se presentan los caudales de diseño de la red de alcantarillado sanitario.

**Tabla 21:** Caudales de diseño para la red de alcantarillado sanitario

Nodo	Qm ajustado aapp (L/s)	Descarga a pozo	Qaass (L/s)	M	Qmax. San (L/s)	Qi (L/s)	Qe (L/s)	Qinf. Total (L/s)	Qdis (L/s)
BAT-2	0.078	AS-8	0.063	4.00	0.251	0.035	0.016	0.051	0.302
BL-A	0.143	AS-11	0.115	4.00	0.459	0.035	0.029	0.064	0.523
BL-B	0.298	AS-11	0.238	4.00	0.952	0.035	0.061	0.096	1.048
BL-C	0.075	AS-15	0.060	4.00	0.240	0.035	0.015	0.050	0.291
BL-D	0.045	AS-13	0.036	4.00	0.145	0.035	0.009	0.044	0.189
BL-E	0.177	AS-13	0.141	4.00	0.565	0.035	0.036	0.071	0.636
BL-F	0.064	AS-4	0.051	4.00	0.205	0.035	0.013	0.048	0.253
BL-G	0.000	AS-4	0.000	4.00	0.000	0.035	0.000	0.035	0.035
BL-H	0.136	AS-6	0.109	4.00	0.435	0.035	0.028	0.063	0.498
BL-J	0.056	AS-8	0.045	4.00	0.180	0.035	0.012	0.047	0.227
BL-L	0.167	AS-4	0.134	4.00	0.535	0.035	0.034	0.069	0.604
BL-M	0.128	AS-5	0.102	4.00	0.410	0.035	0.026	0.061	0.471
BL-N	0.032	AS-6	0.026	4.00	0.104	0.035	0.007	0.042	0.145
BL-O	0.032	AS-7	0.026	4.00	0.104	0.035	0.007	0.042	0.145



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

BL-P	0.074	AS-8	0.059	4.00	0.237	0.035	0.015	0.050	0.287
BL-Q	0.030	AS-21	0.024	4.00	0.095	0.035	0.006	0.041	0.136
BL-R	0.074	AS-18	0.059	4.00	0.237	0.035	0.015	0.050	0.287
BL-S	0.074	AS-20	0.059	4.00	0.235	0.035	0.015	0.050	0.286
BL-T	0.129	AS-19	0.103	4.00	0.414	0.035	0.026	0.061	0.475
BL-U	0.097	AS-10	0.078	4.00	0.311	0.035	0.020	0.055	0.366
COM-1	0.123	AS-1	0.099	4.00	0.394	0.035	0.025	0.060	0.455
COM-2	0.042	AS-7	0.034	4.00	0.135	0.035	0.009	0.044	0.178
CRAI	0.178	AS-3	0.142	4.00	0.568	0.035	0.036	0.071	0.639
GRADAS	0.123	AS-1	0.099	4.00	0.394	0.035	0.025	0.060	0.455
GYM	0.123	AS-21	0.099	4.00	0.394	0.035	0.025	0.060	0.455
IDIOMAS	0.092	AS-33	0.074	4.00	0.294	0.035	0.019	0.054	0.348
ECUNEMI	0.139	AS-22	0.111	4.00	0.444	0.035	0.028	0.063	0.508
BLOQUE 1	0.167	AS-23	0.134	4.00	0.535	0.035	0.034	0.069	0.604
BLOQUE 2	0.167	AS-24	0.134	4.00	0.535	0.035	0.034	0.069	0.604
BLOQUE 3	0.324	AS-24	0.259	4.00	1.037	0.035	0.066	0.101	1.138
BLOQUE 4	0.162	AS-25	0.130	4.00	0.519	0.035	0.033	0.068	0.587
BLOQUE 5	0.116	AS-34	0.093	4.00	0.370	0.035	0.024	0.059	0.429
BLOQUE 6	0.502	AS-34	0.401	3.96	1.587	0.035	0.103	0.138	1.725
BLOQUE 7	0.160	AS-10	0.128	4.00	0.511	0.035	0.033	0.068	0.579
BIOTEC.	0.100	AS-17	0.080	4.00	0.319	0.035	0.020	0.055	0.374
PISCINA	0.012	AS-50	0.010	4.00	0.040	0.035	0.003	0.038	0.077
<b>Total</b>	<b>4.440</b>		<b>3.552</b>		<b>14.191</b>			<b>2.169</b>	<b>16.360</b>

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

### Líneas de impulsión

Como se mencionó, el sistema de UNEMI se ha dividido en dos macrocuencas de drenaje, en donde la macrocuenca Sur descarga en un pozo de la macrocuenca Norte mediante la impulsión desde dos cárcamos de bombeo denominados 1 y 2, en donde el primero es existente y el segundo es nuevo. La descarga de los cárcamos 1 y 2, pertenecientes a la macrocuenca Sur, descargan en el pozo denominado AS-25 de la macrocuenca Norte.

El diseño de la línea de impulsión del cárcamo 1 corresponde a:

- Longitud: 505.34 m
- Material de la tubería: PVC de 0.80 MPa



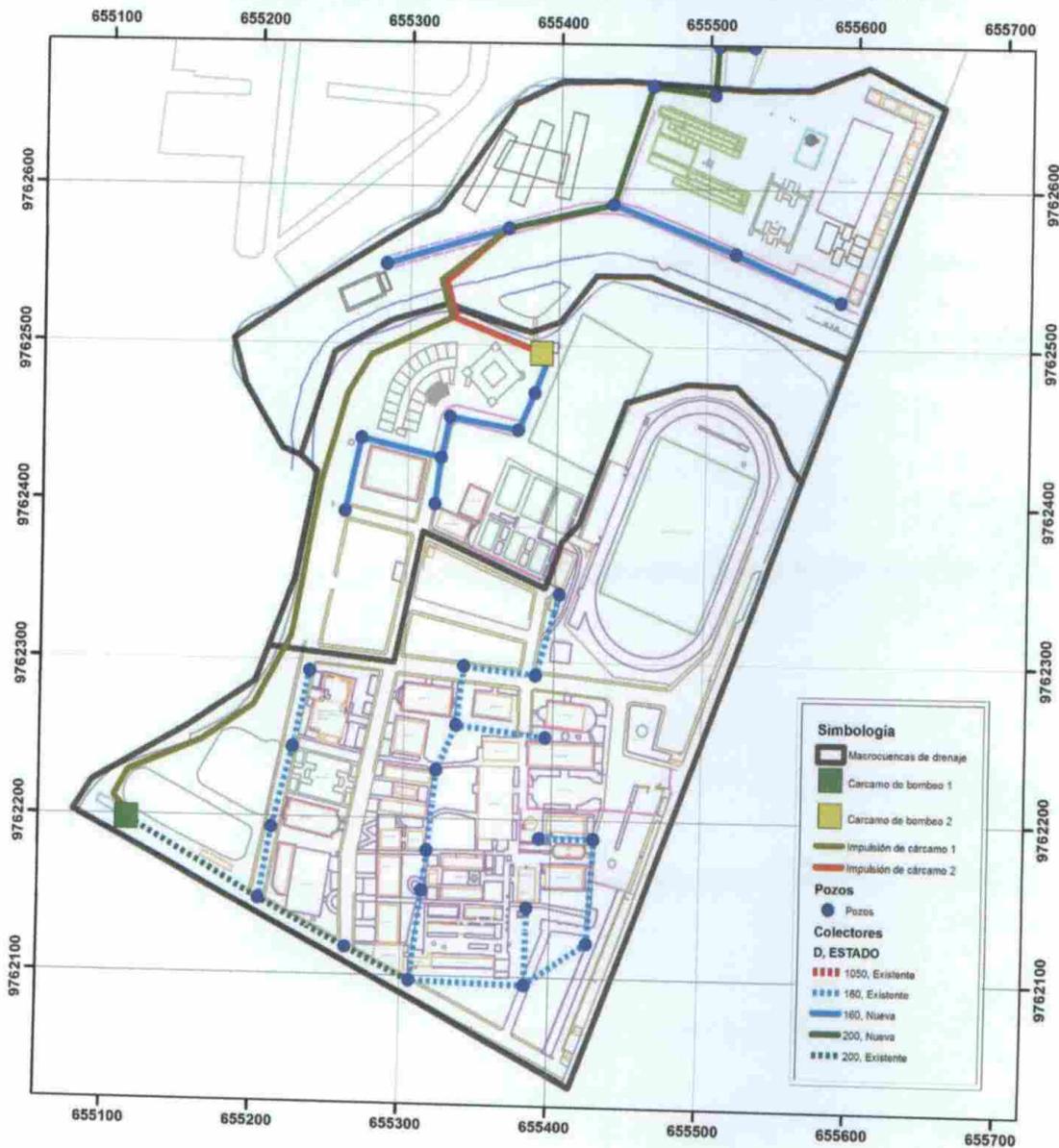
**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

- Diámetro de la tubería: 110 mm
- Caudal transportado: 9.37 L/s

El diseño de la línea de impulsión del cárcamo 2 corresponde a:

- Longitud: 142.37 m
- Material de la tubería: PVC de 0.80 MPa
- Diámetro de la tubería: 63 mm
- Caudal transportado: 3.47 L/s

**Tabla 22:** Implantación de líneas de impulsión y cárcamos de bombeo de AASS



**Cárcamos de bombeo**

Para impulsar las aguas residuales desde la macrocuenca Sur a la Norte, se necesita de un cárcamo de acumulación de aguas residuales y un sistema de bombeo.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

El volumen útil requerido en el cárcamo de bombeo depende del caudal máximo de aguas residuales generado. A partir de la siguiente formulación se obtiene el volumen útil del cárcamo de bombeo:

$$V_u = \frac{0.9 * Q_b}{Z}$$

Donde:

V<sub>u</sub> es el volumen útil del cárcamo

Q<sub>b</sub> es el caudal de bombeo

Z es el número de arrancadas por hora

El número de arrancadas por hora se puede estimar mediante la siguiente tabla:

**Tabla 23:** Estimación del valor Z en función de la potencia de la bomba

Arranques/hora	
Potencia, Kw	Arranques/hora
< 11	12 - 20
11 a 37	10 - 17
37 a 110	8 - 14
110 a 160	7 - 12
>160	5 - 10

Fuente: OPS

En función de los caudales que se requieren bombear, se puede inferir que las potencias requeridas de los equipos de bombes son bajos, inferiores a 11 Kw. Se deberá adoptar entonces un valor de Z entre 12 y 20. Se adopta un valor de 12 arranques / hora de la bomba.

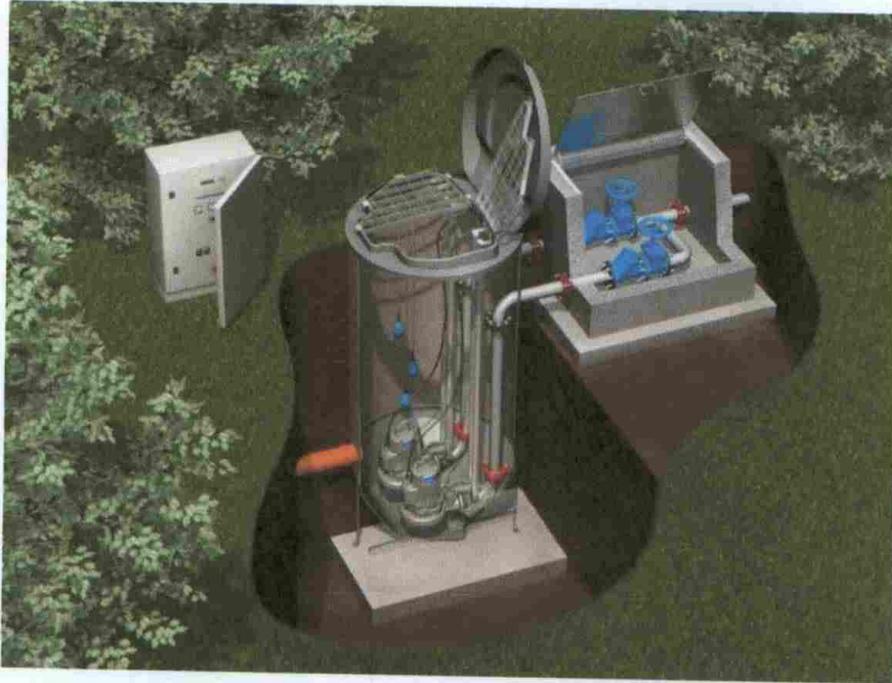
**Tabla 24:** Dimensionamiento del volumen útil de los cárcamos de bombeo

Parámetro	Cárcamo 1	Cárcamo 2
Q <sub>b</sub> (L/s)	9.37	3.47
z	12.00	12.00
Vol. teórico (m <sup>3</sup> )	0.70	0.26
<b>Vol. diseño (m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.80</b>	<b>0.30</b>
TR (min)	5.00	5.00

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

De acuerdo al levantamiento realizado de las instalaciones existentes se conoce que el cárcamo # 1 tiene un volumen útil de 1.61 m<sup>3</sup> por lo que puede ser reutilizado.

**Figura 22:** Esquema de cárcamo de bombeo de aguas residuales



En función de los datos de caudal a impulsar y TDH requerido, se realiza el dimensionamiento de las bombas requeridas para cada cárcamo. Los datos usados para el dimensionamiento corresponden a lo siguiente:

**Tabla 25: Parámetros para el dimensionamiento de las bombas sumergibles**

Parámetro	Bombeo cárcamo 1	Bombeo cárcamo 2
Cantidad de bombas (u)	2.00	2.00
Caudal de bombeo (L/s)	9.37	3.47
TDH (m)	12.0	7.0

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

Se consideraron, en ambos cárcamos, 2 unidades de bombeo, una de trabajo y otra de relevo cuando se requieran realizar tareas de mantenimiento, tal como lo especifica la norma. En función de estos datos se obtuvo el siguiente dimensionamiento:

Bomba sumergible de cárcamo 1:

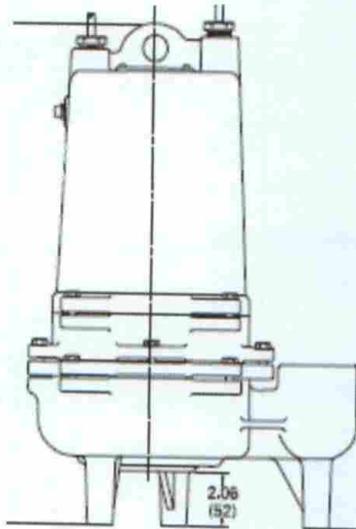
- Potencia de la bomba: 2.0 hp
- Caudal máximo de bombeo: 10.4 L/s
- TDH: 21.3 m

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Bomba sumergible de cárcamo 2:

- Potencia de la bomba: 0.4 hp
- Caudal de bombeo: 5.05 L/s
- TDH: 9.75 m

**Figura 23:** Esquema de la bomba sumergible



**DISEÑO HIDRÁULICO – SANITARIO DE LA RED**

El diseño de las redes nuevas se realizó en base al modelamiento hidráulico de la red hidro-sanitaria, a los requerimientos de caudal y considerando la topografía del terreno.

A continuación, se muestran los resultados principales de colectores y cámaras de revisión para el diseño a 25 años con el fin de verificar el comportamiento y emitir recomendaciones. Los resultados completos podrán observarse en la sección de anexos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

**Tabla 26:** Resumen de colectores nuevos por diámetro: Promedio de pendiente, longitud y velocidad máxima

<b>Diámetro del colector</b>	<b>Promedio de Pendiente (m/m)</b>	<b>Promedio de Longitud (m)</b>	<b>Promedio de Velocidad Máxima (m/s)</b>
160	0.0033	50.65	0.38
200	0.0023	48.92	0.80
250	0.0023	76.03	0.82
<b>Total general</b>	<b>0.0028</b>	<b>53.40</b>	<b>0.61</b>

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Tabla 27:** Resumen de colectores nuevos por diámetro: Promedio de cobertura promedio, tirante inicial/diámetro (%) tirante final/diámetro (%)

Diámetro del colector	Promedio de Cobertura promedio (m)	Promedio de Tirante Inicial/Diám. (%)	Promedio de Tirante Final/Diám. (%)
160	1.21	0.18	0.33
200	1.54	0.62	0.75
250	2.60	0.43	0.51
<b>Total general</b>	<b>1.54</b>	<b>0.39</b>	<b>0.53</b>

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

En total se instalarán 1174.9 m de colectores nuevos, de los cuales:

- 506.5 m de tubería de PVC estructurado de 160 mm diámetro interior
- 668.4 m de tubería de PVC estructurado de 200 mm diámetro interior

Sobre las redes terciarias, se ha considerado la instalación, de acuerdo al diseño, de:

- 858.0 m de tubería de PVC estructurado de 110 mm diámetro interior

Para los pozos de inspección se usarán cámaras prefabricadas de hormigón armado. Se han definido los siguientes rangos para mostrar los intervalos de profundidades en que oscilan los pozos de inspección propuestos:

Tipo I: Menor a 2.50 m de profundidad (pozos someros)

Tipo II: Profundidad entre 2.50 m y 5.00 m (pozos intermedios)

**Tabla 28:** Resumen de cámaras y profundidad promedio

Tipo de Pozo	Cantidad	Promedio de Profundidad de la Estructura (m)
<b>Tipo 1</b>	<b>39</b>	<b>1.47</b>
Existente	19	1.41
Nuevo	20	1.53
<b>Tipo 2</b>	<b>6</b>	<b>4.15</b>
Existente	4	4.82
Nuevo	2	2.80
<b>Total general</b>	<b>45</b>	<b>1.83</b>

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

De los resultados mostrados en la tabla se determina que se requiere construir un total de 22 nuevas cámaras de inspección para la red de alcantarillado sanitario. De estas 20 tienen profundidades menores a 2.50 m (Tipo I), con una profundidad media de 1.53 m; mientras que 2 tiene una profundidad promedio de 2.80 m.

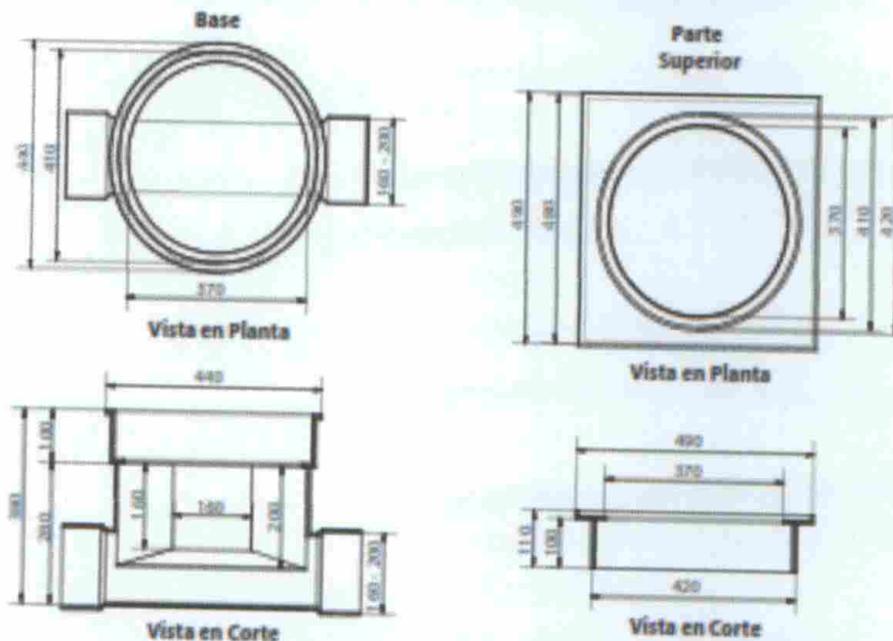
**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

En cuanto a las cámaras existentes, que serán reutilizadas en el diseño definitivo de este estudio, son un total de 23, de las cuales el 76% se encasillan como cámaras tipo I, y el 24% como cámaras tipo II.

**Materiales de cajas y pozos de revisión**

Para las cajas de revisión de la red terciaria, excepto las cajas esquineras, se ha considerado la instalación de cajas de POLIETILENO. La gráfica mostrada a continuación detalla el esquema de la caja de POLIETILENO a emplear. Las tapas de todas las cajas serán de hormigón armado, y se ubicarán en la parte superior de las mismas.

**Figura 24:** Detalle de caja domiciliaria de PVC de alta resistencia



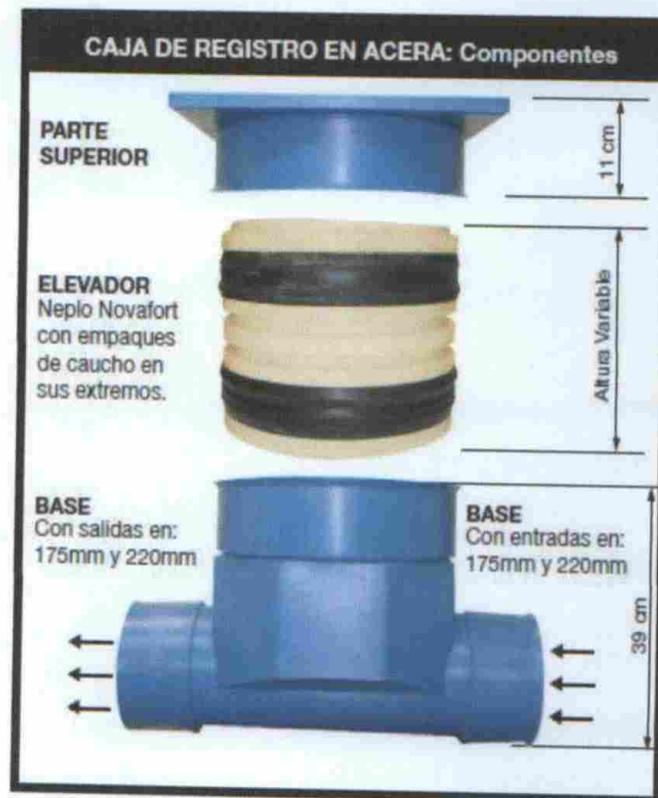
La decisión de emplear cajas de POLIETILENO en lugar de cajas de hormigón armado se debe a la facilidad de instalación y limpieza, eficiencia, y al importante ahorro de tiempo y dinero que proporcionan al momento de la construcción.

Mientras la puesta en servicio de una caja de hormigón armado toma de cuatro a cinco días desde el inicio de su fabricación, una caja de POLIETILENO se puede poner en funcionamiento en uno o dos días después de su instalación. El costo del suministro e instalación de una caja de POLIETILENO es aproximadamente 15% mayor al de una caja de hormigón armado, costo que se justifica con el ahorro de tiempo de instalación y dinero en mano de obra, por su facilidad de colocación y conexión de tuberías.

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Se decidió usar cajas de inspección de hormigón armado en las cajas esquineras para evitar el pedido de bases especiales que se requerirían si se utiliza caja de Polietileno, debido a que no todos los quiebres esquineros de la red terciaria se dan a 90°. El pedido de estas bases especiales encarece el costo de este rubro, razón por la que se elige usar cajas de hormigón armado en estos casos.

**Figura 25:** Detalle de caja de inspección de PE con elevador de PVC de alta resistencia



Para los pozos de revisión de la red principal de colectores se han elegido cámaras prefabricadas de hormigón armado que soportan alto tráfico, mismos que varían sus dimensiones de acuerdo a la profundidad del invert calculado, conservando las disposiciones mínimas de ancho interno del cámara dispuesto por la normativa vigente de 900mm.

Se trabajará con cámaras de inspección de hormigón armado, con su respectiva tapa metálica y escalera de servicio para mantenimiento. Los detalles del dimensionamiento de la cámara y armado de acero de refuerzo se encuentran en los planos correspondientes.

Se clasificó a las cámaras por tipos de acuerdo a lo siguiente:

**Cámara Tipo I:** profundidad máxima de 2.50 m

**Cámara Tipo II:** profundidad que oscila entre 2.51 m a 5.00 m



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

## **DISEÑO DE BOMBEO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

- Bomba sumergible de cárcamo 1: Equipo de bombeo para la extracción de agua residual descargada en el cárcamo 1, impulsada hasta el pozo AS-25 de la macrocuenca NORTE. Esta unidad de bombeo pertenece al sistema SUR.
- Bomba sumergible de cárcamo 2: Equipo de bombeo para la extracción de agua residual descargada en el cárcamo 2, impulsada hasta el pozo AS-25 de la macrocuenca NORTE. Esta unidad de bombeo pertenece al sistema SUR.

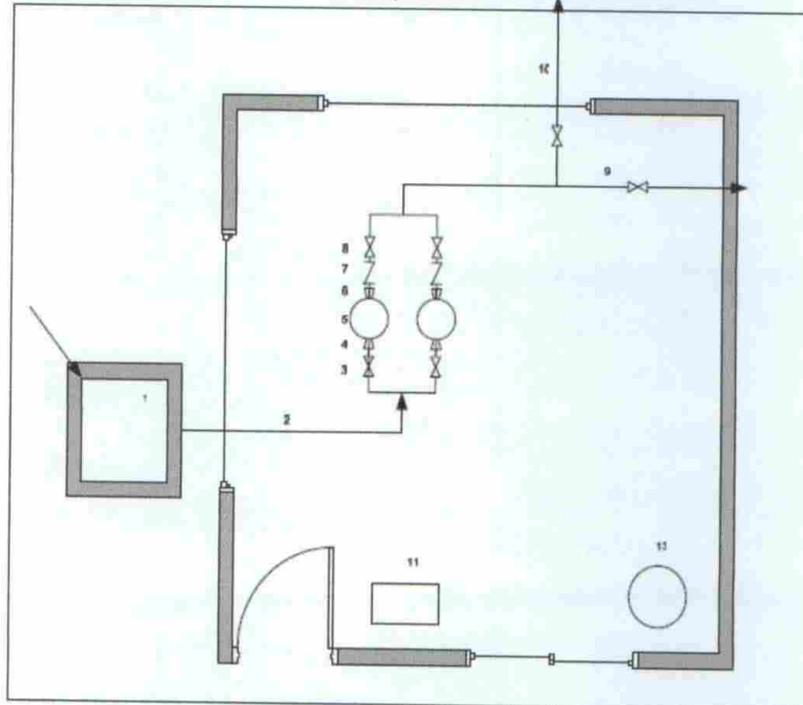
### **Elementos de la estación de bombeo**

En la figura se muestra de manera esquemática a configuración típica de una estación de bombeo, constituida por bombas centrífugas de eje horizontal, que justamente son las que se utilizarán para el sistema de bombeo booster de ECUNEMI.

La simbología de los elementos corresponde a lo siguiente:

1. Cárcamo de bombeo para succión
2. Tubería de succión
3. Válvula de compuerta
4. Reducción excéntrica
5. Bomba
6. Reducción concéntrica
7. Válvula de retención
8. Válvula de compuerta
9. Tubería de impulsión
10. Tubería de limpieza
11. Tablero de control

**Figura 26:** Esquema típico de una estación de bombeo



Fuente: OPS, 2005

Capacidad de la estación de bombeo

Se muestra los datos de caudal y TDH requeridos para el dimensionamiento de los equipos de bombeo.

**Tabla 29: Requerimientos para dimensionamiento de las bombas**

Tipo de bomba	Caudal de bombeo (L/s)	TDH (m)
Bomba sumergible cárcamo 1	9.37	12
Bomba sumergible cárcamo 2	3.47	7

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor debe realizarse con la siguiente formulación:

$$P_b = \frac{Q_b * TDH}{76 * \eta}$$

Donde:

- P<sub>b</sub> es la potencia de la bomba
- Q<sub>b</sub> es el caudal de bombeo
- TDH es la carga dinámica total
- η es la eficiencia del sistema de bombeo

### Número de unidades de bombeo

En situaciones donde se requiere solo un equipo de bombeo, es recomendable instalar uno idéntico de reserva, estableciendo un coeficiente de seguridad del



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

200%; pero si el tamaño de los equipos resulta muy grande, es recomendable incrementar el número de ellos, estableciendo coeficientes de seguridad menores. En tales casos puede admitirse hasta 150% como coeficiente de seguridad de los equipos. En general se puede establecer que para dos bombas o más que constituyen un equipo de bombeo dimensionado, se suministre una bomba más de iguales características como equipo de reserva.

**Selección de equipos de Bombeo:** Se mostrará la selección de los equipos de bombes nuevos, mismos que corresponde a las bombas sumergibles de los cárcamos de bombeo 1 y 2.

### **BOMBA SUMERGIBLE DE CÁRCAMO 1**

Los datos requeridos para el dimensionamiento corresponden a:

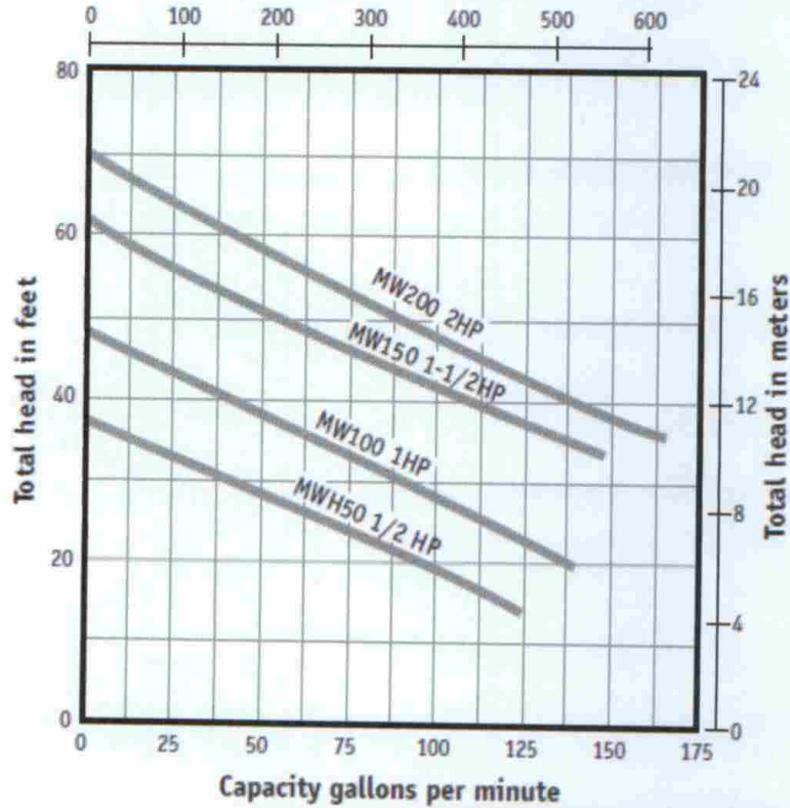
- Caudal de bombeo: 9.37 L/s
- TDH: 12 m

Como se mencionó en secciones anteriores de este capítulo, es posible que se pueda reutilizar la unidad de bombeo existente que corresponde a dos bombas sumergibles de 3.8 hp de potencia, pero de caudal Q y TDH desconocidos. Al momento de la construcción debe verificarse que las características de la bomba de Q y TDH sean suficientes para poder impulsar el agua hasta el pozo AS-25 de la macrocuenca NORTE. De no ser el caso, se realizó de todas maneras el dimensionamiento de la bomba requerida.

La cantidad de bombas requeridas corresponde a 2, una de trabajo y la segunda de reserva para tareas de mantenimiento y emergencias.

En base a estos requerimientos, se dimensiona la bomba sumergible. Se seleccionó una bomba sumergible de **2.0 hp** de potencia. La curva de la bomba dimensionada se muestra a continuación:

**Figura 27: Curva de la bomba para diferentes potencias**  
Capacity liters per minute



Elaboración: Acero comercial ecuatoriano, 2017

La curva de la figura para la bomba de potencia de 2.0 hp, para el caudal requerido de 9.37 L/s, da los siguientes resultados:

- Potencia 2.0 hp
- Caudal de bombeo 9.37 L/s
- TDH entregado 12.05 m

Lo que muestra que la bomba seleccionada cumple con los requerimientos de diseño.

Sobre las especificaciones de la bomba sumergible dimensionada se tiene:

- Caudal nominal máximo 10.4 L/s
- TDH máximo 21.3 m

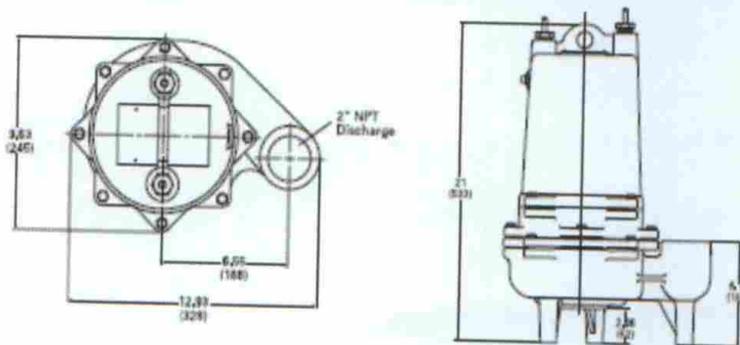
**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Figura 28:** Vista esquemática de la bomba sumergible seleccionada



**Elaboración:** Acero comercial ecuatoriano, 2017

**Figura 29:** Dimensiones de bomba sumergible seleccionada



**Elaboración:** Acero comercial ecuatoriano, 2017

### **BOMBA SUMERGIBLE DE CÁRCAMO 2**

El bombeo del cárcamo 2 que se va a dimensionar corresponde a bomba sumergible. Los datos requeridos para el dimensionamiento corresponden a:

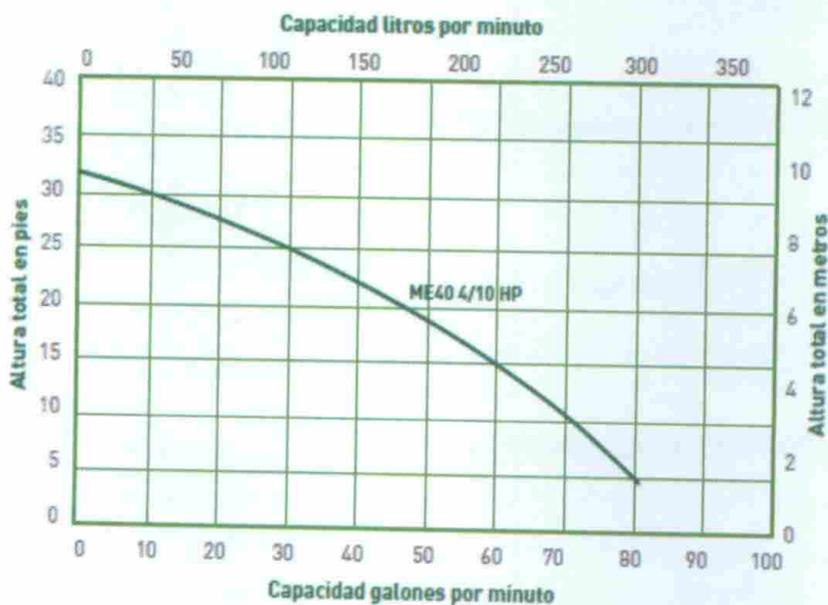
- Caudal de bombeo: 3.09 L/s
- Presión de salida: 7 m

La cantidad de bombas requeridas corresponde a 2, una de trabajo y la segunda de reserva para tareas de mantenimiento y emergencias.

En base a estos requerimientos, se dimensiona la bomba sumergible. Se seleccionó una bomba sumergible de **0.4 hp** de potencia. La curva de la bomba dimensionada se muestra a continuación:

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Figura 30:** Curva de funcionamiento de la bomba sumergible seleccionada



**Fuente:** Acero comercial ecuatoriano, 2017

La curva de la figura para el caudal requerido de 3.09 L/s, da los siguientes resultados:

- Potencia 0.4 hp
- Caudal de bombeo 3.09 L/s (185 L/min)
- TDH entregado 6.50 m

La bomba posee las siguientes características:

- Potencia: **0.4 hp**
- Tipo de conexión: 1 fase, 115 V, 12 A, 60 Hz
- Caudal nominal máximo: 80 GPM (5.04 L/s)
- Altura nominal máxima: 9.75 m
- Cantidad de bombas: 2 unidades

La figura 29 muestra de manera esquemática, la bomba sumergible dimensionada para el cárcamo de bombeo 2.

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Figura 31:** Esquema de bomba sumergible para cárcamo 2



**Fuente:** Acero comercial ecuatoriano, 2017

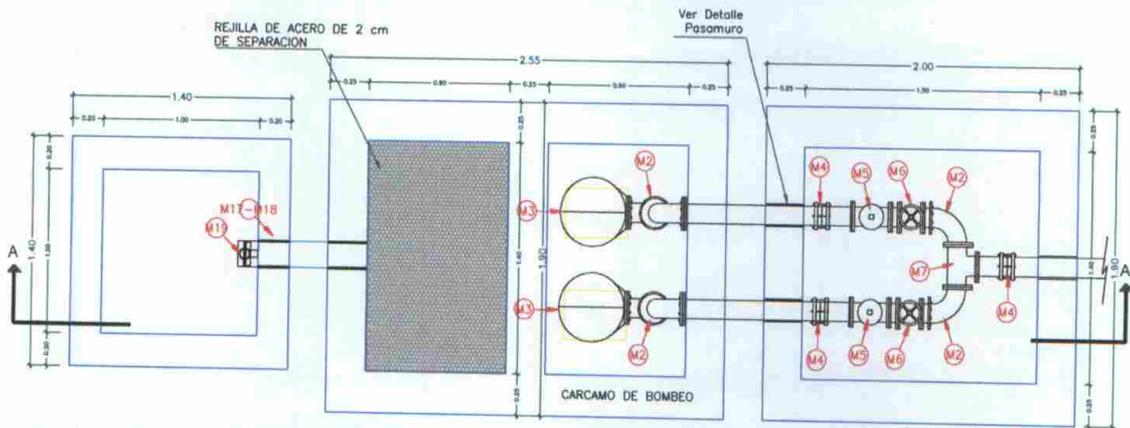
#### **DISEÑO DE ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO - CÁRCAMO DE BOMBEO # 2**

En el siguiente apartado se presenta la Memoria de Cálculo Estructural de la estructura correspondiente al cárcamo de bombeo # 2 que estará enterrado en el suelo, y que forma parte de la macrocuenca de drenaje SUR. Estos fueron verificados en el software de análisis estructural Sap2000 v.18.2.0.

Este cárcamo de bombeo tiene un volumen útil aproximado de 1.20 m<sup>3</sup>, de sección rectangular de 2.55 x 1.90. Posee una cámara de ingreso y desbaste del afluente con una profundidad de 2.50m, y una cámara de bombeo en donde se ubica los equipos de bombeo sumergibles con una profundidad de 3.55 m. Posee muros de 0.25 m de espesor tal como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** El tanque está emplazado en la cota 5.90m.

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Figura 32: Implantación de cárcamo de bombeo # 2**



**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

### NORMAS APLICABLES

Las normas que se han aplicado en el diseño de este proyecto estructural son las que se indican a continuación:

- ACI 318S-05 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (CAP.2)

### PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los materiales considerados en el proyecto son:

- Resistencia del hormigón  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

Pesos específicos

- Hormigón estructural  $\gamma = 2,400 \text{ kg/cm}^3$
- Agua  $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$

### CARGAS CONSIDERADAS

#### Carga Muerta (D)

La carga muerta que se considera será el peso propio de la estructura, el mismo que será estimado por los softwares mencionados anteriormente, en base a las dimensiones simuladas en el modelo estructural.

#### Carga Viva (L)

La carga viva que se considera será el empuje que realiza el agua en los muros estructurales.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

También se le asignará 100 kg/cm<sup>2</sup>, a la losa de cubierta que corresponde al peso del personal de mantenimiento.

**Carga Sísmica (E)**

En este análisis se tomaron los factores establecidos en el Código Ecuatoriano de la Construcción para el procedimiento de cálculo de Fuerzas Estáticas:

V = La cortante basal será aplicado a la estructura mediante coeficiente.

Ecuación 25-1

$$V = \frac{IS_a}{R\phi_P\phi_E} W$$

El valor de Sa se lo obtiene de las siguientes expresiones:

Ecuación 25-2

$$S_a = \eta Z F_a, \text{ para } 0 \leq T \leq T_c$$

Ecuación 25-3

$$S_a = \eta Z F_a \left( \frac{T_c}{T} \right)^r, \text{ para } T > T_c$$

En el análisis, se tomaron los tipos de perfiles del suelo para cada estructura, que se encuentran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del Informe final de consultoría establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, y que fueron categorizados en el estudio de suelos realizado.

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Capacitar al personal encargado del funcionamiento y mantenimiento de las bombas para garantizar el óptimo funcionamiento de los sistemas de bombeo y una mayor duración de la vida útil de los mismos.

Se recomienda continuar con las revisiones periódicas anuales como mantenimiento preventivo, y realizar tareas de reparación inmediata a los equipos de bombeo y colectores cuando ocurran eventos que ocasionen un pobre desempeño del sistema.



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

## **SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL - AALL**

Para la ejecución del sistema de drenaje pluvial de UNEMI no se requieren estructuras especiales ni sistemas de bombeo, por lo que no se requieren terrenos particulares, solo los destinados al trazado de sumideros, tirantes, cámaras y colectores.

Dado que no se requieren equipos de bombeo, no se realizarán diseños mecánicos, ni diseños de automatización, ni diseños eléctricos.

### **Aprovechamiento del sistema existente**

Como se trató en los capítulos de factibilidad de este estudio, existe un sistema de aguas lluvias el mismo que terminó de ser levantado en la etapa de pre-factibilidad como se describe y analiza a continuación:

- ✓ Diámetros que oscilan entre 300 mm y 900 mm en colectores principales, en tuberías PVC Estructurado.
- ✓ Sumideros rejillas hechas de varillas de acero corrugado en su mayoría y de capacidad desconocida.
- ✓ Todas las descargas se realizan al Estero Bellín, a excepción de una interconexión de una pequeña cuenca que descarga en una alcantarilla del sistema municipal.
- ✓ Todas las descargas poseen mecanismos de control (compuertas o válvulas de compuerta) que impiden el ingreso de agua del estero al sistema cuando este experimenta crecidas.
- ✓ Sistema tiene funcionamiento adecuado, colapsa ante eventos extraordinarios como evento Fenómeno del Niño o invierno de 2017. Bajo condiciones normales su funcionamiento es correcto.

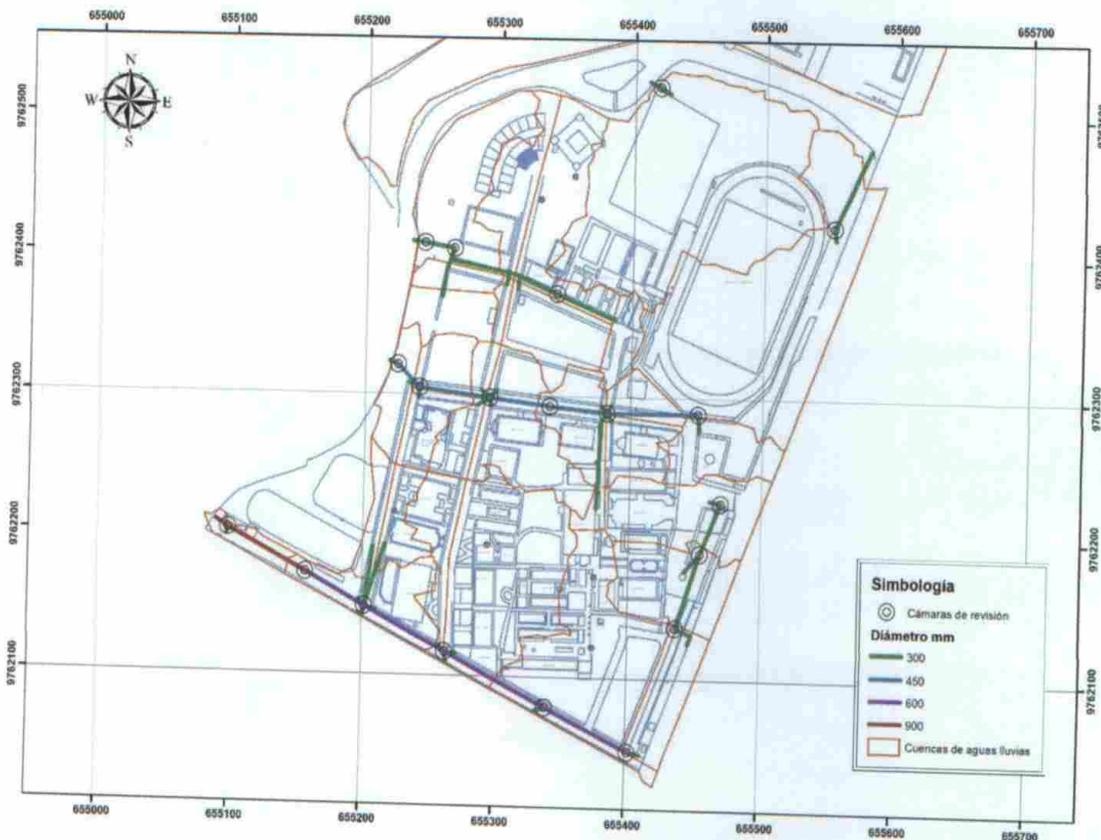
En base a lo antes expuesto, y lo expresado por miembros del departamento de obras universitarias de la UNEMI, se decide reutilizar todo el sistema de drenaje pluvial existente, que se verificó cumple los requerimientos de diseño considerando lluvias con periodo de retorno de 2 años (lluvias ordinarias).

Para el diseño de colectores nuevos y las ampliaciones del sistema existente se dimensionará los elementos considerando intensidad de lluvia obtenida mediante curvas IDF del INAMHI zona 3 con un periodo de retorno de 5 años.

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

En la etapa de pre-factibilidad y factibilidad se conoce que la causa de inundaciones de la UNEMI es el desbordamiento del Estero Belín. Producto de los desbordamientos del estero produce azolve en los pozos y tuberías. El sistema es limpiado anualmente.

**Figura 33: Sistema Existente de Aguas Lluvias**



**Generación de escorrentía de agua lluvia**

Como se indicó en secciones anteriores la ecuación para determinar la escorrentía superficial producida por la lluvia se define por la ecuación del método racional, para áreas menores a 100 Ha:

$$Q = 2.78 * C * I * A$$

En donde:

- Q** = Caudal en L/s
- C** = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
- A** = Área de drenaje en hectáreas
- I** = Intensidad de lluvia en mm/hora



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

### CÁLCULO DE COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C

- Coeficiente de escorrentía C según SENAGUA en su NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES recomienda los siguientes valores en función del tipo de zona:

**Tabla 30:** Coeficiente de Impermeabilidad y de Escorrentía según el tipo de zona

Tipo de Zona	Valores de C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0.7 – 0.9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0.7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55 – 0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35 – 0.55
Parques, campos de deportes	0.1 – 0.2

**Fuente:** SENAGUA, 2017

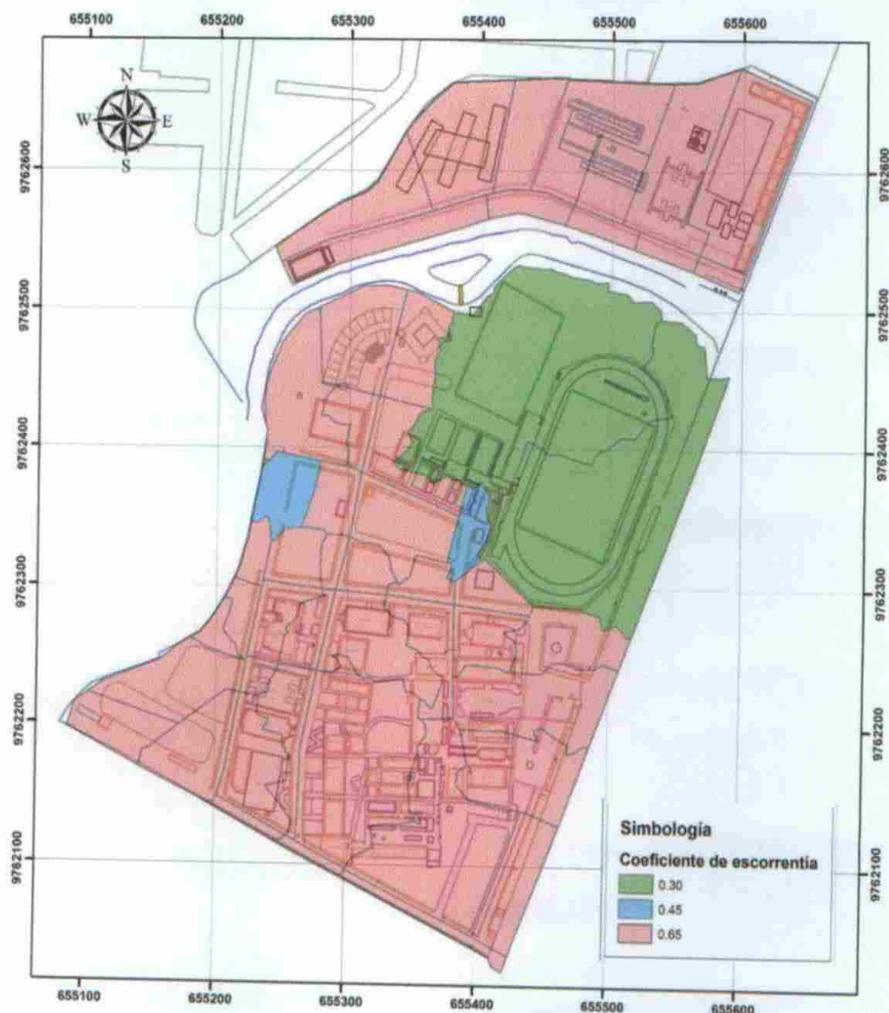
- Ponderación de las áreas de acuerdo al cruce de las microcuencas de escorrentía, para cálculo exacto del coeficiente C de código ecuatoriano.

De acuerdo a la información presentada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, y en función del crecimiento y áreas proyectadas de construcción en la UNEMI, se definieron los coeficientes de escorrentía de cada una de las cuencas de drenaje pluvial.

Se definieron 51 microcuencas de drenaje pluvial, que descargan a 9 puntos, 8 de estos puntos corresponden a descargas al Estero Belín, y uno corresponde a la descarga al sistema de alcantarillado del municipio.

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Figura 34:** Coeficiente de Escorrentía adoptado por microcuencas



**DEFINICIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIA**

Por la ubicación de la UNEMI, las ecuaciones según el libro ESTUDIO DE LLUVIAS INTENSAS publicado por el INAMHI son las siguientes:

Zona 3:

Si: 5 min < t < 80 min:

$$I_{Tr} = 55.209 \cdot I_{d_{tr}} \cdot t^{-0.3508}$$

Si: 80 min < t < 1440 min:

$$I_{Tr} = 478.32 \cdot I_{d_{tr}} \cdot t^{-0.8449}$$

Donde  $I_{d_{tr}}$  varía en función del periodo de retorno adoptado para la lluvia de diseño, conforme a la siguiente tabla:

**Tabla 31:** Valor de  $I_{d_{TR}}$  en función del periodo de retorno de la lluvia para la ciudad de Milagro

TR (años)	5	10	25	60	100
$I_{d_{TR}}$ (mm/h)	5.16	5.76	6.45	6.92	7.37

Fuente: INHAMI, 1999



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Se adopta como periodo de retorno de la lluvia 5 años, por lo que las ecuaciones anteriores quedan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Si: } 5 \text{ min} < t < 80 \text{ min:} & \quad I_{Tr} = 284.88 * t^{-0.3508} \\ \text{Si: } 80 \text{ min} < t < 1440 \text{ min:} & \quad I_{Tr} = 2468.13 * t^{-0.8449} \end{aligned}$$

Donde  $t$  es el tiempo de duración de la lluvia que en este caso debe ser considerado como el tiempo de concentración de cada macro cuenca.

El tiempo de concentración  $t_c$  se define como el tiempo que toma en salir el agua desde que cae al suelo, es transportada por la superficie hasta el sumidero y consecuentemente a un cuerpo de agua por redes. Se asumió 10 minutos como tiempo de concentración dado que las cuencas de drenaje son pequeñas.

Para el cálculo del tiempo de concentración  $t_c$  se usa la siguiente ecuación

$$t_c = t_{cs} + t_t$$

Donde  $t_{cs}$  es el tiempo de concentración sobre las superficies naturales; y  $t_t$  es el tiempo de traslado a través de los colectores.

Para estimar  $t_{cs}$  y  $t_t$  se usan las siguientes ecuaciones respectivamente:

$$t_{cs} = 0.0003455 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77} \quad t_t = \frac{1}{3600 * v}$$

Donde  $t_t$  está dado en horas;  $L$  es la longitud del tramo en m; y  $v$  es la velocidad media en m/s.

Se asume que el tiempo de concentración para todas las cuencas es de 10 minutos para tener cierto margen de seguridad en el diseño, obteniéndose de esta manera una intensidad  $I = 127.01 \text{ mm/h}$ .



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**DEFINICIÓN DE SUB-CUENCAS POR SUMIDERO**

Se determina el área de aportación por sumidero generándose 51 microcuencas. Definidas las áreas de aporte, la intensidad y el coeficiente de escorrentía se aplicó el método racional modificado para estimar los caudales aportantes por cada microcuenca.

En la tabla se describen esas áreas agrupadas por puntos de descarga.

**Tabla 32:** Caudales de diseño para el sistema de drenaje pluvial de la UNEMI por microcuenca de drenaje y descarga

Descarga	Sumidero	Área (ha)	Coef. Esc.	Caudal (l/s)	Tipo	Estado
Descarga 1	SE-10	0.042	0.650	9.57	TIPO I	Existente
Descarga 1	SE-11	0.149	0.650	33.92	TIPO I	Existente
Descarga 1	SE-12	0.119	0.650	27.12	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-13	0.176	0.650	40.25	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-14	0.162	0.650	37.10	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-15	0.086	0.650	19.54	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-16	0.132	0.650	30.08	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-17	0.064	0.650	14.70	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-18	0.145	0.650	33.13	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-19	0.412	0.650	94.08	TIPO III	Existente
O-8	SE-2	0.476	0.650	108.81	TIPO III	Existente
Descarga 2	SE-20	0.183	0.650	41.80	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-21	0.207	0.650	47.38	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-22	0.144	0.650	32.84	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-23	0.115	0.650	26.23	TIPO I	Existente
Descarga 2	SE-24	0.050	0.650	11.35	TIPO I	Existente
Descarga 6	SE-25	0.139	0.450	22.01	TIPO I	Existente
Descarga 1	SE-26	0.184	0.650	41.97	TIPO I	Existente
Descarga 1	SE-27	0.229	0.650	52.19	TIPO II	Existente
O-8	SE-28	0.564	0.650	128.85	TIPO III	Existente
Descarga 2	SE-29	0.325	0.650	74.31	TIPO II	Existente
Descarga 1	SE-3	0.299	0.650	68.28	TIPO II	Existente
Descarga 4	SE-30	1.918	0.300	202.17	TIPO III DOBLE	Existente
Descarga 3	SE-31	2.199	0.300	231.83	TIPO III DOBLE	Existente
Descarga 1	SE-4	0.096	0.650	21.86	TIPO I	Existente
Descarga 1	SE-5	0.965	0.650	220.32	TIPO III DOBLE	Existente
Descarga 1	SE-6	0.037	0.650	8.34	TIPO I	Existente
Descarga 1	SE-7	1.054	0.650	240.70	TIPO III DOBLE	Existente



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Descarga 1	SE-8	0.252	0.650	57.57	TIPO II	Existente
Descarga 1	SE-9	0.210	0.650	47.99	TIPO I	Existente
Descarga 5	SN-1	0.056	0.650	12.88	TIPO I	Nuevo
Descarga 7	SN-10	0.520	0.650	118.85	TIPO III	Nuevo
Descarga 7	SN-11	0.289	0.650	66.07	TIPO II	Nuevo
Descarga 7	SN-12	0.534	0.650	121.89	TIPO III	Nuevo
Descarga 7	SN-13	0.328	0.650	75.02	TIPO II	Nuevo
Descarga 8	SN-14	0.746	0.650	170.42	TIPO III DOBLE	Nuevo
Descarga 8	SN-15	0.053	0.650	12.07	TIPO I	Nuevo
Descarga 6	SN-16	0.395	0.650	90.25	TIPO III	Nuevo
Descarga 6	SN-17	0.284	0.650	64.95	TIPO II	Nuevo
Descarga 6	SN-18	0.142	0.650	32.34	TIPO I	Nuevo
Descarga 6	SN-19	0.268	0.650	61.20	TIPO II	Nuevo
Descarga 5	SN-2	0.104	0.650	23.69	TIPO I	Nuevo
Descarga 6	SN-20	0.359	0.650	82.01	TIPO III	Nuevo
Descarga 6	SN-21	0.165	0.650	37.71	TIPO I	Nuevo
Descarga 6	SN-22	0.215	0.450	34.00	TIPO I	Nuevo
Descarga 6	SN-23	0.458	0.650	104.48	TIPO III	Nuevo
Descarga 7	SN-24	0.110	0.650	25.20	TIPO I	Nuevo
Descarga 5	SN-3	0.388	0.650	88.51	TIPO III	Nuevo
Descarga 5	SN-4	0.068	0.650	15.49	TIPO I	Nuevo
Descarga 8	SN-5	0.567	0.650	129.40	TIPO III	Nuevo
Descarga 8	SN-6	0.066	0.650	15.12	TIPO I	Nuevo
Descarga 8	SN-7	0.079	0.650	18.14	TIPO I	Nuevo
Descarga 8	SN-8	0.213	0.650	48.75	TIPO I	Nuevo
Descarga 7	SN-9	0.278	0.650	63.50	TIPO II	Nuevo
<b>TOTAL</b>		<b>17.819</b>	<b>0.630</b>	<b>3538.19</b>		

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

## **DISEÑO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL**

### **Elección de materiales a utilizarse**

Para las redes de los sistemas de alcantarillado pluvial se ha considerado utilizar tuberías PVC tipo estructurada para diámetros iguales y menores a 900 mm. Dado que no hay diámetros mayores a 900 mm en la red no fue necesario considerar tuberías de hormigón armado. Este tipo de tuberías se pueden conseguir en el mercado local, existiendo varios fabricantes y proveedores por lo que no se presentará inconveniente alguno en cuanto al suministro de este material.

Las cámaras de inspección, muros de ala y los sumideros serán de hormigón armado resistentes al tráfico con sus correspondientes escaleras de servicio y tapa de concreto de hormigón armado; de 280 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.

Los bordillos - cunetas propuestas para las calles pavimentadas serán de hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.

Las rejillas de los sumideros serán elaboradas con varillas corrugadas de acero; de 4200 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia y protegido contra el agua para evitar la oxidación. Se consideró el uso de estas por ser más económicas, durables y menos propensa a robos que las de hierro dúctil.

## **CRITERIOS DE DISEÑO DE REDES, SUMIDEROS Y POZOS**

- Condiciones de Diseño de Redes:
  - Tirantes
    - Diámetro mínimo: 250mm
    - Pendiente mínima: 2/1000
    - Coeficiente de Manning: 0.009 (Fabricante PVC)
  - Colectores
    - Período de retorno de lluvia de 5 años.
    - Mínimo 1/4 del tubo deberá trabajar libre de flujo para caudal máximo horario.
    - Diámetro mínimo: 400mm (para la red nueva)
    - Longitudes máximas entre pozos: 100m
    - Velocidad mínima de auto limpieza: 0.9 m/s
    - Velocidad máxima: 4.5m/s
    - Pendiente mínima: 2/1000
    - Ausencia de resaltes hidráulicos en todos los tramos (Perfil No Combinado)
    - Coeficiente de Manning PVC: 0.009 (Fabricante)
    - Profundidad mínima para no requerir loseta: 1.00 m
    - Profundidad máxima: 6.50m
    - Número de Froude: Menor a 0.7 y mayor a 1.5 (Cód. Colombiano)
    - Esfuerzo de Auto Limpieza: Mayor a 1.5 Pa (Cód. Colombiano)



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

- Línea de Gradiente de Energía e Hidráulico EN LO POSIBLE menores a Línea de Corona de tubo, y SIEMPRE menores a la Cota de Terreno.
- Condiciones de diseño de Sumideros:
  - Período de retorno de Lluvia de 5 años.
  - Pendiente transversal de calle: 2%
  - Pendiente transversal de cuneta: 7.5%
  - Funcionando al 50% obstruido
- Condiciones de diseño de pozos o cámaras de revisión
  - Diámetro mínimo: 0.90m, y se calcula de acuerdo a ecuación:

$$D_p = \frac{D_s}{\cos(\Delta/2)}$$

donde,

$D_p$  = Diámetro interno real de la estructura de conexión (m).

$D_s$  = Diámetro externo real de la tubería de salida (m).

$\Delta$  = Ángulo de intersección entre los tramos (Grados).

- Profundidad mínima: 0.8 m
- Profundidad máxima: 6.50 m
- Línea de Gradiente de Energía e Hidráulico serán siempre menores a Cota de Terreno.
- Invert de tubería de salida = Invert de Pozo
- En caídas mayores a 1m deberán diseñarse Cámaras de Caída (OPS/CEPIS/05.169 - Guía para el Diseño de Tecnología de Alcantarillado)

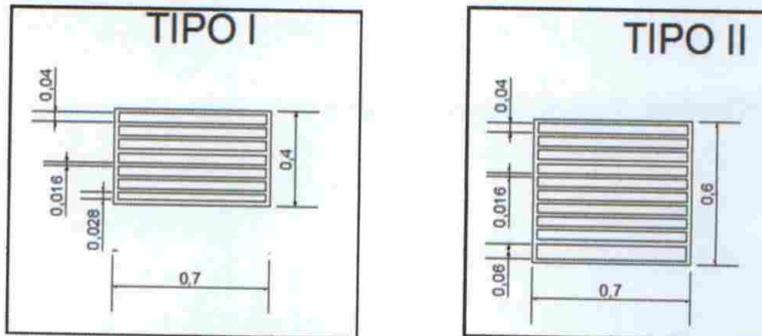
### **Diseño de sumideros – rejillas y cunetas**

Se diseñaron cinco tipos de sumideros, a los cuales por medio de fórmulas propuestas en el código SERVIU de Santiago de Chile (Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructura de Aguas Lluvias), se les determinó su eficiencia de acuerdo a la cantidad de caudal de escorrentía superficial y la pendiente.

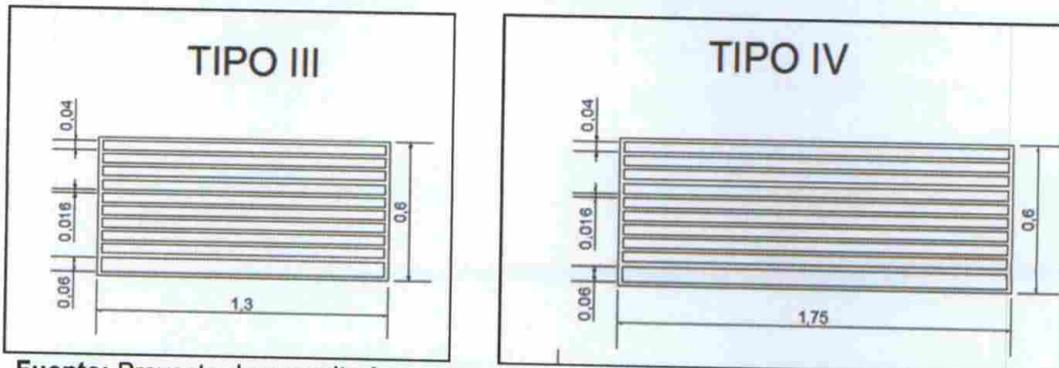
A continuación, se detalla cada uno de los sumideros planteados, aunque es importante mencionar que en el diseño final solo han sido considerados los Tipo I, Tipo II, Tipo III y Tipo IV

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Figura 35** Esquema de sumideros Tipo I y II



**Esquema de sumideros Tipo III y IV**



**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

La figura muestra las dimensiones de los sumideros tipo, además de la longitud neta  $L_{neta}$  de perfiles para construir el sumidero, el área neta libre que queda entre rejillas y la eficiencia promedio de captación.

**Tabla 33:** Tabla de Dimensiones, Longitud Constructiva y Área neta libre de los sumideros tipo

Tipo	L (m)	B (m)	L neta (m)	A neta (m <sup>2</sup> )	Eficiencia promedio
Tipo I	0.7	0.4	4.0	0.177	38%
Tipo II	0.7	0.6	5.9	0.279	47%
Tipo III	1.3	0.6	11.3	0.534	58%
Tipo IV	1.6	0.6	14.0	0.661	62%

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

La tabla muestra la eficiencia de los sumideros tipo mostrados anteriormente. Se nota claramente que la eficiencia baja a medida que el caudal de escorrentía aumenta; es decir, al aumentar el caudal de escorrentía, lo que capta el sumidero es proporcionalmente menor. Se ha considerado una obstrucción del 50%.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

La eficiencia promedio (Efic-prom) refiere a un promedio de eficiencia entre un rango de pendientes longitudinales de cuneta de entre 0 y 10%.

Del análisis de ambas tablas, se decidió el uso de los sumideros de tipo I, tipo II, tipo III y tipo IV para caudales máximos de 30, 60, 90 y 200 L/s, respectivamente, y en algunos casos se usaron dobles para puntos de concentración de caudal como muestra la figura 36.

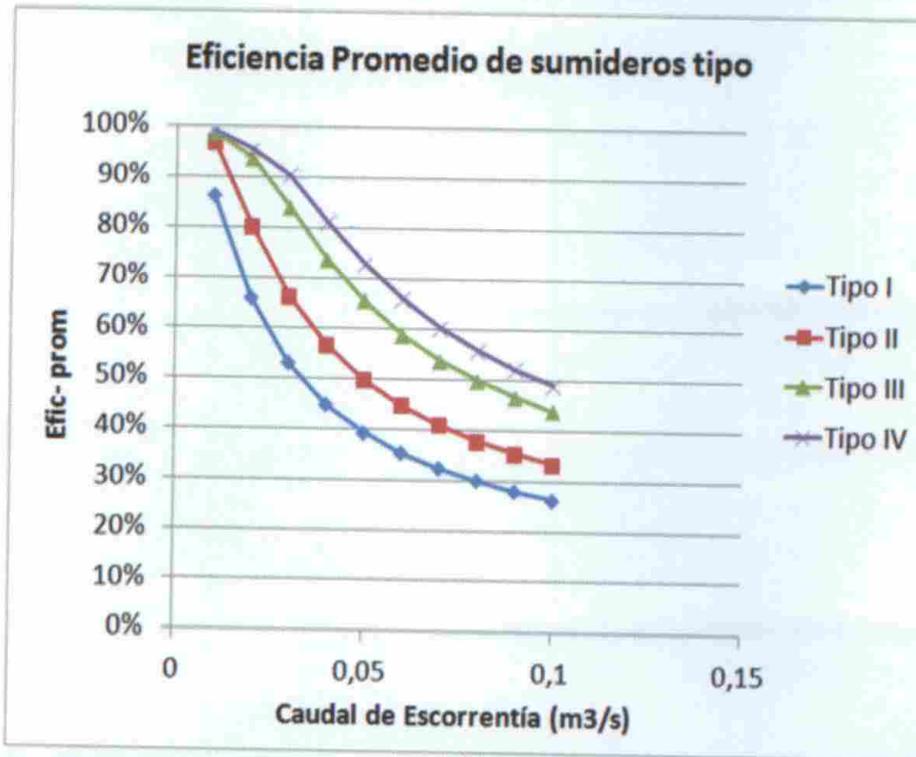
**Tabla 34:** Eficiencia promedio para rango de pendientes entre 0 - 10% de los sumidero tipo, para diferentes caudales de escorrentía

	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Qesc	Efic-prom	Efic-prom	Efic-prom	Efic-prom
0,01	86%	97%	99%	99%
0,02	66%	80%	94%	96%
0,03	53%	66%	84%	90%
0,04	45%	57%	74%	81%
0,05	39%	50%	66%	73%
0,06	35%	45%	59%	66%
0,07	32%	41%	54%	60%
0,08	30%	38%	50%	56%
0,09	28%	35%	47%	52%
0,1	26%	33%	44%	49%
1	8%	10%	13%	14%
2	5%	7%	9%	10%
	38%	47%	58%	62%

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

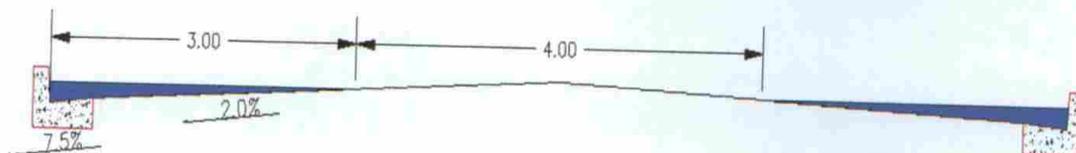
**Figura 36:** Eficiencia promedio para pendientes entre 0 y 10% para diferentes caudales de escorrentía



Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

La tabla muestra el ancho de calle que se inunda debido al caudal de escorrentía. Se ha decidido que máximo puede inundarse 3.0m de cada lado de la calle (6m en total) para dejar un carril ancho seco en el medio. La importancia del análisis de esta tabla radica en decidir la extensión de micro-cuencas que drenan a sumideros para que estas no sean de un caudal que afecte la circulación en las calles en eventos de lluvia importante.

**Figura 37:** Ancho inundable máximo permitido para este proyecto



Fuente: Proyecto de consultoría



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

**Tabla 35:** Ancho de calle inundado (m) en zona de cuneta de acuerdo a caudal de escorrentía y pendiente longitudinal de la calle

Caudal Escorrentía (m <sup>3</sup> /s)	Pendiente Longitudinal de la calle (m/m)									
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
0,01	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
0,02	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
0,03	2,2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3
0,04	2,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
0,05	2,8	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7
0,06	3,0	2,6	2,4	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8
0,07	3,2	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0
0,08	3,3	2,9	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1
0,09	3,5	3,0	2,8	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2
0,1	3,6	3,2	2,9	2,8	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3
0,2	4,7	4,2	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0
0,25	5,2	4,5	4,2	4,0	3,8	3,7	3,5	3,5	3,4	3,3
1	8,7	7,7	7,1	6,7	6,5	6,2	6,1	5,9	5,8	5,7
2	11,4	10,0	9,2	8,7	8,4	8,1	7,9	7,7	7,5	7,4

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

En la siguiente tabla se muestra el sumidero tipo a instalarse de acuerdo al caudal de escorrentía  $Q_{esc}$ , el mismo que se generó en la definición de micro-cuencas por sumideros. Se muestra además si el sumidero es nuevo a instalarse o si corresponde a un sumidero existente.

Las denominaciones de tipo de sumidero doble, se refiere a que se requiere instalar dos sumideros del mismo tipo para recoger el total de caudal drenado hacia el sumidero. En este caso ambos sumideros deberán ser construidos uno al lado del otro.

**Tabla 36:** Sumidero tipo a instalarse de acuerdo a caudal de escorrentía ( $Q_{esc}$ )

	Área (ha)	Caudal (L/s)	Tipo	Estado
SE-10	0.042	9.57	TIPO I	Existente
SE-11	0.149	33.92	TIPO I	Existente
SE-12	0.119	27.12	TIPO I	Existente
SE-13	0.176	40.25	TIPO I	Existente
SE-14	0.162	37.10	TIPO I	Existente
SE-15	0.086	19.54	TIPO I	Existente



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

SE-16	0.132	30.08	TIPO I	Existente
SE-17	0.064	14.70	TIPO I	Existente
SE-18	0.145	33.13	TIPO I	Existente
SE-19	0.412	94.08	TIPO III	Existente
SE-2	0.476	108.81	TIPO III	Existente
SE-20	0.183	41.80	TIPO I	Existente
SE-21	0.207	47.38	TIPO I	Existente
SE-22	0.144	32.84	TIPO I	Existente
SE-23	0.115	26.23	TIPO I	Existente
SE-24	0.050	11.35	TIPO I	Existente
SE-25	0.139	22.01	TIPO I	Existente
SE-26	0.184	41.97	TIPO I	Existente
SE-27	0.229	52.19	TIPO II	Existente
SE-28	0.564	128.85	TIPO III	Existente
SE-29	0.325	74.31	TIPO II	Existente
SE-3	0.299	68.28	TIPO II	Existente
SE-30	1.918	202.17	TIPO III DOBLE	Existente
SE-31	2.199	231.83	TIPO III DOBLE	Existente
SE-4	0.096	21.86	TIPO I	Existente
SE-5	0.965	220.32	TIPO III DOBLE	Existente
SE-6	0.037	8.34	TIPO I	Existente
SE-7	1.054	240.70	TIPO III DOBLE	Existente
SE-8	0.252	57.57	TIPO II	Existente
SE-9	0.210	47.99	TIPO I	Existente
SN-1	0.056	12.88	TIPO I	Nuevo
SN-10	0.520	118.85	TIPO III	Nuevo
SN-11	0.289	66.07	TIPO II	Nuevo
SN-12	0.534	121.89	TIPO III	Nuevo
SN-13	0.328	75.02	TIPO II	Nuevo
SN-14	0.746	170.42	TIPO III DOBLE	Nuevo
SN-15	0.053	12.07	TIPO I	Nuevo
SN-16	0.395	90.25	TIPO III	Nuevo
SN-17	0.284	64.95	TIPO II	Nuevo
SN-18	0.142	32.34	TIPO I	Nuevo
SN-19	0.268	61.20	TIPO II	Nuevo
SN-2	0.104	23.69	TIPO I	Nuevo
SN-20	0.359	82.01	TIPO III	Nuevo
SN-21	0.165	37.71	TIPO I	Nuevo
SN-22	0.215	34.00	TIPO I	Nuevo
SN-23	0.458	104.48	TIPO III	Nuevo
SN-24	0.110	25.20	TIPO I	Nuevo
SN-3	0.388	88.51	TIPO III	Nuevo
SN-4	0.068	15.49	TIPO I	Nuevo

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

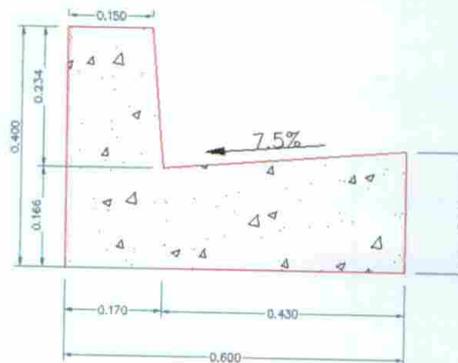
SN-5	0.567	129.40	TIPO III	Nuevo
SN-6	0.066	15.12	TIPO I	Nuevo
SN-7	0.079	18.14	TIPO I	Nuevo
SN-8	0.213	48.75	TIPO I	Nuevo
SN-9	0.278	63.50	TIPO II	Nuevo

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

### CUNETAS

Para obtener la eficiencia de diseño se requiere de cunetas que conduzcan por flujo superficial el caudal respectivo a cada sumidero, para el presente se consideró un tipo de sección de cunetas tal como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 38:** Cuneta Tipo I



La cuneta tipo I se utilizará para todos los sumideros y en general en las calles lastradas. Se considera el uso de cunetas para el presente estudio en las zonas proyectadas de construcción de los nuevos bloques de aulas, con una longitud de calles de 719 m. Las cunetas se situarán a ambos lados de la calle por lo cual se deberá considerar una longitud total de 1438 m de cuneta aproximadamente.

### DISEÑO HIDRÁULICO - SANITARIO DE LA RED

Como se ha referido en secciones anteriores, el diseño de la red se realizó siguiendo las normas vigentes en el país y considerando otros ciertos parámetros de la Guía de Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado de Medellín, estimando los caudales de aportaciones por áreas.

Los resultados en tuberías colectoras y pozos se muestran a continuación para un período de retorno de lluvia de 5 años.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Las tablas a continuación muestran a manera de resumen los resultados obtenidos del diseño del sistema de drenaje para tuberías colectoras nuevas.

**Tabla 37:** Resumen de Colectores nuevos por diámetro: Promedio de Pendiente, longitud y velocidad máxima

Diámetro (mm)	Suma de longitud (m)	Promedio de pendiente (m/m)	Promedio de Velocidad (m/s)
<b>400</b>	0.00320	42.92	1.38
<b>500</b>	0.00400	32.67	1.91
<b>600</b>	0.00333	33.73	2.03
Total	<b>0.00345</b>	<b>37.62</b>	<b>1.70</b>

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

**Tabla 38:** Resumen de Colectores nuevos por diámetro: Promedio de Cobertura promedio, % promedio de llenado de tubería al inicio y al fin del colector

Diámetro (mm)	Promedio de Cobertura Promedio (m)	Promedio de Tirante Inicial/Diam. (%)	Promedio de Tirante Final/Diam. (%)
<b>400</b>	1.00	61.50%	65.00%
<b>500</b>	1.03	71.33%	67.33%
<b>600</b>	1.47	76.11%	78.89%
Total	<b>1.14</b>	<b>68.17%</b>	<b>69.42%</b>

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

Para las cámaras de revisión, se definen por tipo de cámaras. Se han elegido cámaras para soporte de tráfico prefabricadas de hormigón armado que varían en dimensiones de acuerdo a las profundidades del invert calculado y el diámetro de tubería de salida.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

**Tabla 39:** Cámaras Tipo según altura y diámetro de tuberías que ingresan

Tipo de Cámara	Descripción
TIPO I	Tubería menor a 900mm; Altura menor a 2.5 m; Diam. Pozo 1200mm
TIPO I-B	Tubería menor a 900mm; Altura mayor a 2.5 m; Diam. Pozo 1200mm
TIPO II	Tubería entre 750mm y 1200 Altura menor a 3.7 m; Diam. Pozo 1900mm
TIPO II-B	Tubería entre 750mm y 1200 Altura mayor a 3.7 m; Diam. Pozo 1900mm
TIPO III	Tubería mayor a 1250 Altura menor a 4.65 m; Diam. Pozo 2900mm
TIPO III-B	Tubería mayor a 1250 Altura mayor a 4.65 m; Diam. Pozo 2900mm

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

Se trabajará con cámaras de inspección con tapas de hormigón armado y escalera de servicio para mantenimiento. Los detalles del dimensionamiento de la cámara y armado de acero de refuerzo se encuentran en los planos.

De acuerdo a lo mencionado, se dimensionaron las siguientes cámaras de inspección para el sistema de drenaje pluvial de UNEMI.

**Tabla 40:** Resumen de Cámaras y profundidad promedio

Tipo	Cantidad	Altura de cámara promedio (m)
TIPO I	<b>23</b>	<b>1.51</b>
<b>Existente</b>	12	1.46
<b>Nueva</b>	11	1.56
TIPO IB	<b>6</b>	<b>4.21</b>
<b>Existente</b>	6	4.21
Total	<b>29</b>	<b>2.07</b>

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales,2017

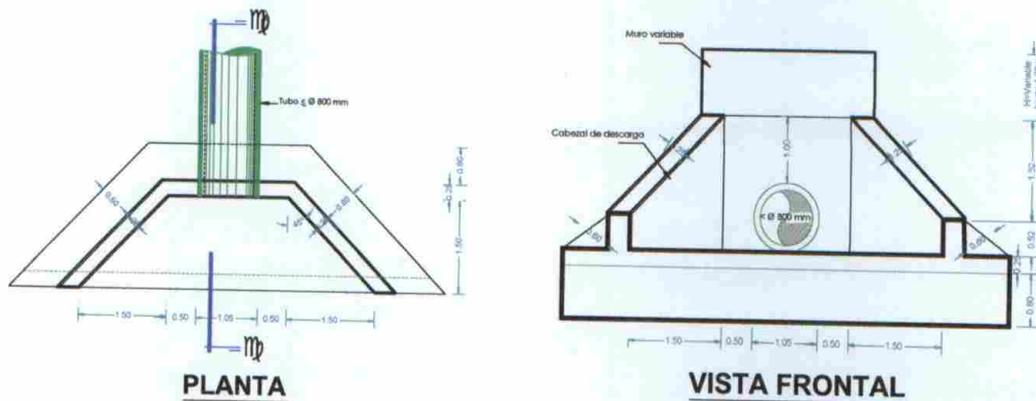
### **ESTRUCTURA DE DESCARGA FINAL**

Se utilizará el cabezal de descarga para tuberías con diámetros interiores hasta 2245mm. Para las tuberías nuevas, y tuberías existentes, el diámetro máximo corresponde a 900 mm, por lo que se deberán construir cabezales en todas las descargas. Las descargas actuales no serán consideradas para la construcción de cabezales, solo las nuevas.

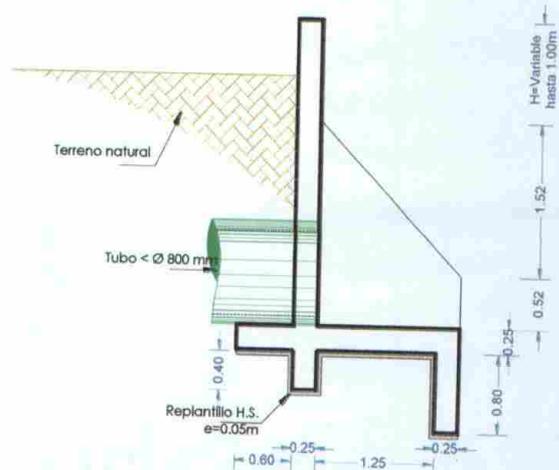
**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Se deberán construir 4 estructuras de descarga, todas hacia el Estero Belín. Las figuras muestran la estructura necesaria para evitar la erosión o movimiento de las tuberías para el caso de tuberías de PVC estructurado.

**Figura 39:** Planta y Vista frontal de cabezal de descarga



**Figura 40:** Corte transversal de cabezal de descarga



**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

Información más detallada sobre el cabezal se encuentra en el plano correspondiente.

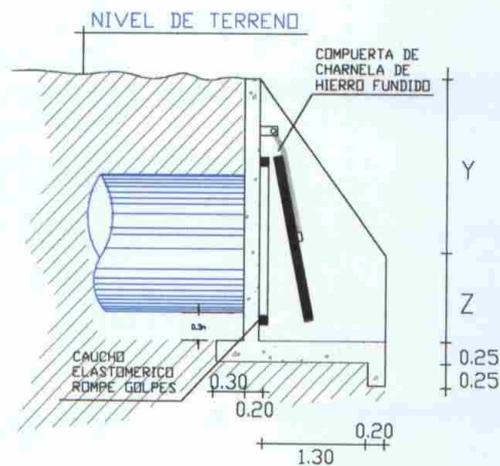
En todas las descargas nuevas se dispone el uso de válvulas tipo clapetas, para evitar que el agua ingrese al sistema de drenaje pluvial cuando el nivel del Estero Belín supere la cota de corona del tubo de descarga.

**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

Se requerirá válvulas de clapeta de los siguientes diámetros:

- 400 mm de diámetro (1u)
- 500 mm de diámetro (1u)
- 600 mm de diámetro (2u)

**Figura 41:** Esquema de válvula de clapeta



**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

Para la ejecución del sistema de drenaje pluvial de UNEMI no se requieren estructuras sistemas de bombeo, ya que todo el sistema funcionará a gravedad con descargas al Estero Belín.

Dado que no se requieren equipos de bombeo, no se realizarán diseños mecánicos, ni de automatización, ni eléctricos.

## 4.2. Viabilidad financiera y/o económica

### 4.2.1. Metodologías utilizadas para el cálculo de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, ingresos beneficios

#### • Evaluación financiera – metodología utilizada

Los cálculos se realizaron considerando los siguientes parámetros.

- Un porcentaje de indirectos del 20% desglosados de la siguiente manera:
 

• Administrativo	5%
• Utilidad	10%
• Imprevistos	5%
- Una Tasa de Descuento del 12%, aplicada a los flujos de efectivo.
- Inflación anual del 3.35%.

Para la determinación del flujo efectivo necesario para el cálculo del Valor Agregado Nacional (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR), se considera la diferencia



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

entre los beneficios esperados y los costos de Operación y Mantenimiento, el beneficio esperado se calculó en base a la contribución de mejoras esperada. El análisis de sensibilidad contempla escenarios probables y poco probables, donde los parámetros financieros se someten a un cambio de  $\pm 20\%$  y de  $\pm 10\%$ , para considerar escenarios donde el proyecto aún es rentable.

- **Costos de la obra civil**

Los costos variaran dependiendo el sistema de servicios básicos: agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial. De los valores que se pueden observar en la fase 3 del estudio de consultoría se consideró los costos directos representan el 80% y los indirectos representa el 20% del costo total de la obra civil, que corresponden al 5% de Gastos de Administración, 10% utilidad y 5% de imprevistos.

**Tabla 41:** Costo de la alternativa de diseño Sistema AAPP

Alternativa	Costos Directos	Costos Indirectos	Costo Total
Alternativa de diseño	146,399.50	36,599.88	182,999.38

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

- **Costos de operación y mantenimiento Sistema AAPP**

Los costos de operación y mantenimiento para el año 1 se muestran en la tabla a continuación:

**Tabla 42:** Costos de operación y mantenimiento Sistema AAPP

Ítem	Costo
Sueldos	\$ 22,747.10
Consumo eléctrico	\$ 2,730.88
Mantenimiento de obras	\$ 1,529.97
Insumos	\$ 9,460.80
<b>Total</b>	<b>\$ 36,468.75</b>

El detalle de estos costos de operación y mantenimiento se pueden revisar en el anexo de evaluación económica y financiera correspondiente en el estudio de consultoría.

**Tabla 43:** Costo de la alternativa de diseño Sistema AASS

Alternativa	Costos Directos	Costos Indirectos	Costo Total
Alternativa de diseño	216,883.35	54,220.84	271,104.19

Fuente: Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

- **Costos de operación y mantenimiento Sistema AASS**



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Los costos de operación y mantenimiento para el año 1 se muestran en la tabla a continuación:

**Tabla 44:** Costos de operación y mantenimiento Sistema AASS

<b>Ítem</b>	<b>Costo</b>
Sueldos	\$ 18,197.68
Consumo eléctrico	\$ 380.74
Mantenimiento de obras	\$ 4,710.75
Insumos	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 23,289.17</b>

El detalle de estos costos de operación y mantenimiento se pueden revisar en el anexo de evaluación económica y financiera correspondiente al estudio de consultoría.

**Tabla 45:** Costo de la alternativa de diseño Sistema AALL

<b>Alternativa</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>Costo Total</b>
Alternativa de diseño	155,106.45	38,776.61	193,883.06

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

- **Costos de operación y mantenimiento Sistema AALL**

Los costos de operación y mantenimiento para el año 1 se muestran en la tabla a continuación:

**Tabla 46:** Costos de operación y mantenimiento Sistema AALL

<b>Ítem</b>	<b>Costo</b>
Sueldos	\$ 4,549.42
Consumo eléctrico	\$ -
Mantenimiento de obras	\$ 2,804.03
Insumos	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 7,353.45</b>

- **Evaluación Económica - Metodología utilizada**

Para esta evaluación se utilizó el método del Beneficio Costo, mediante la comparación entre los beneficios y costos de inversión, operación y mantenimiento que la ejecución del proyecto implicaría.



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

Los costos de operación y mantenimiento se calculan en términos de dólares corrientes, en ellos se incluyen los costos originados por el pago de sueldos al personal que incluye beneficios sociales, así como los costos por insumos y materiales que se debe realizar para la ejecución del proyecto.

Los flujos respectivos de costos y beneficios se descontaron a una tasa del 12% (costo financiero de oportunidad del capital); para la aplicación del presente método se utilizó información de varios estudios:

- Estudios de oferta y demanda del servicio
- Estudio demográfico y,
- Determinación de la tarifa a precio de mercado.

**4.2.2. Identificación y valoración de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, ingresos y beneficios**

• **Inversión**

Para la determinación de la inversión inicial para la etapa 1 de los sistemas AAPP, AASS y AALL del proyecto "Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), se tomaron en cuenta, todos los insumos, mano de obra calificada y no calificada, materiales y equipos necesarios para la realización de cada una de las actividades descritas a continuación:

**Tabla 47:** Inversión Etapa 1 / sistema AAPP, AASS, AALL

SISTEMA AAPP – ETAPA 1 - SUBTOTAL	\$ 57.377,54
CAPTACIÓN	\$ 1.168,44
TRATAMIENTO	\$ 910,80
ALMACENAMIENTO	\$ 2.648,99
REDES DE DISTRIBUCIÓN	\$ 50.071,12
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	\$ 2.578,20
SISTEMA AALL – ETAPA 1 - SUBTOTAL	\$ 83.123,72
COLECTORES	\$ 36.569,49
CÁMARAS	\$ 18.744,02
SUMIDEROS	\$ 1.908,62
TIRANTES	\$ 2.616,71
CABEZALES DE DESCARGA TIPO I (2U)	\$ 12.871,17
LOSETAS DE PROTECCIÓN	\$ 2.303,72
CUNETAS	\$ 5.351,72
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	\$ 2.758,20
SISTEMA AASS – ETAPA 1 - SUBTOTAL	\$ 247.035,59
COLECTORES Y REDES DOMICILIARIAS	\$ 57.678,30
CAJAS DOMICILIARIAS	\$ 5.551,36
POZOS DE REVISIÓN	\$ 30.423,91
LOSETAS DE PROTECCIÓN	\$ 4.140,73



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

SISTEMA DE BOMBEO	\$ 146.483,09
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	\$ 2.758,20
SUBTOTAL DE SISTEMAS	\$ 387.536.85
IVA 12%	\$ 46.504.42
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 434.041.27</b>

- **Costos de operación y mantenimiento**

Dentro de los aspectos técnicos de mantenimiento y vida útil del proyecto, el entorno de servicios básicos indispensables para la operación, insumos, mano de obra calificada y no calificada, materiales, seguros, repuestos y reparaciones periódicas, se ha contemplado la siguiente proyección:

**Tabla 48:** Costo de operación y mantenimiento

Ítem	Sistema AAPP	Sistema AASS	Sistema AALL
Sueldos	\$ 22,747.10	\$ 18,197.68	\$ 4,549.42
Consumo eléctrico	\$ 2,730.88	\$ 380.74	\$ -
Mantenimiento de obras	\$ 1,529.97	\$ 4,710.75	\$ 2,804.03
Insumos	\$ 9,460.80	\$ -	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 36,468.75</b>	<b>\$ 23,289.17</b>	<b>\$ 7,353.45</b>

**Fuente:** Proyecto de consultoría para la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales, 2017

- **Ingresos**

Dada la naturaleza social del proyecto de infraestructura educativa “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”, no se está sujeto a un enriquecimiento o lucro a través de algún servicio o producto, sino valores intangibles de bienestar, ampliación de la infraestructura educativa pública del Ecuador, participación de sus beneficiarios, empoderamiento estudiantil y comunitario directo e indirecto que no corresponde a un retorno tangible de activos o valores.

- **Beneficios valorados**

El proyecto “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)” constituye un mejoramiento y ampliación de los sistemas de aguas existentes en el recinto universitario para la población demandante potencial y efectiva, es decir, estudiantes, personal



## **“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

administrativo, personal docente, personal obrero y visitantes que se relacionan directamente con las actividades propias de la Universidad Estatal de Milagro.

Dentro de los

### **4.2.3. Flujos financieros y/o económicos**

Por la naturaleza del proyecto “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)” corresponde a un proyecto de inversión netamente social, que por sus características no contempla el cobro por la prestación de servicios donde no se requiere de un flujo financiero y evaluación financiera.

### **4.2.4. Indicadores financieros y/o económicos**

Por el tipo de proyecto no existe una evaluación de retorno, al tratarse de un proyecto que no contempla el cobro por la prestación de servicios donde no se requiere de una evaluación financiera y sus indicadores (TIR, VAN).

### **4.2.5. Evaluación económica**

#### **• Población beneficiada**

La población estudiantil para el año 2017 según la información suministrada por el departamento de obras universitarias es de 7915 estudiantes. Se ha considerado como año 0 el 2020, dando un intervalo de dos años para que se inicie la operación del sistema considerando el proceso de estudios, contratación de la construcción del sistema y los bloques de aulas nuevos proyectados. La población para el año 0 corresponde a 9165 estudiantes, mientras que para el año 25 (2045) del proyecto se tendría una población total de 10825 estudiantes.

**Tabla 49:** Población beneficiada del proyecto

<b>Periodo</b>	<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Aulas servidas</b>
-2	2018	7915	276
-1	2019	7915	276
<b>0</b>	<b>2020</b>	<b>9165</b>	<b>320</b>
1	2021	9165	320
2	2022	9165	320
3	2023	9665	337
4	2024	9665	337
<b>5</b>	<b>2025</b>	<b>9665</b>	<b>337</b>
6	2026	9665	337



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

7	2027	9665	337
8	2028	10825	377
9	2029	10825	377
<b>10</b>	<b>2030</b>	<b>10825</b>	<b>377</b>
11	2031	10825	377
12	2032	10825	377
13	2033	10825	377
14	2034	10825	377
<b>15</b>	<b>2035</b>	<b>10825</b>	<b>377</b>
16	2036	10825	377
17	2037	10825	377
18	2038	10825	377
19	2039	10825	377
<b>20</b>	<b>2040</b>	<b>10825</b>	<b>377</b>
21	2041	10825	377
22	2042	10825	377
23	2043	10825	377
24	2044	10825	377
<b>25</b>	<b>2045</b>	<b>10825</b>	<b>377</b>

La población indicada para el año 0 del proyecto, está constituida por 9165 habitantes y 320 aulas con acceso al servicio con un promedio poblacional de 30 estudiantes por aula aproximadamente. Se espera hacia el final del periodo de diseño contar con un total de 10825 estudiantes distribuidos en 377 aulas.

#### **4.3. Análisis de sostenibilidad**

##### **4.3.1. Análisis de impacto ambiental y riesgos**

Es de importancia integral y dinámica mencionar el Plan de manejo ambiental (que se encuentra incluido en el presupuesto de construcción), estableciendo cada una de las acciones que se requieren para prevenir y controlar los impactos potenciales generados en el desarrollo de las actividades constructivas y operativas del proyecto. Presentando los siguientes beneficios:

- Aportar en la gestión del proyecto tanto a la firma constructora como su equipo de trabajo, un manejo adecuado del comportamiento y requerimientos ambientales, que no ocasionen daños innecesarios al medio ambiente en cada una de las actividades que se desempeñen durante la obra.
- Forma parte de las actividades y operaciones a ejecutarse en el área de influencia del proyecto.
- Destacar y fomentar los impactos positivos del proyecto.
- Establecer los costos unitarios de las medidas y del Plan en general.



***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

- El instrumento del Plan de Manejo ambiental se detalla de forma específica en los anexos del estudio de consultoría de la construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro.

#### **4.3.2. Sostenibilidad social**

El proyecto “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”, aporta a la sociedad ofertando lo siguiente:

- Derecho - El recurso hídrico es considerado de uso público, inembargable y esencial para la vida. Por tanto, el acceso al agua constituye un derecho fundamental reconocido en la Constitución ecuatoriana.
- Equidad - El proyecto no produce distinción de género, raza, condición social, afinidades políticas, edad, entre otras, los beneficios que aportaran e importancia de los recursos hídricos es el factor común denominador de la población beneficiara.
- Inclusión social y accesibilidad a estudiantes, personal docente y administrativos, directivos y operativos, profesionales e investigadores; mejorando la calidad de vida de todos los beneficiarios en mención.
- Genera fuentes de trabajo y mejora de forma sustentable la prestación de servicio de agua potable y saneamiento en la comunidad universitaria.
- En la etapa de la implementación del proyecto, se prevé la participación activa con preferencia de mano de obra local, según los requerimientos del mismo, lo que genera fuentes de empleo para la población local de Milagro.

## **5. PRESUPUESTO**

En esta fase se muestran los presupuestos referenciales de los diseños definitivos realizados en la fase II del informe final de consultoría para los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial.

Resulta importante indicar que se ha dividido los presupuestos por etapa de construcción, de acuerdo a lo acordado en socializaciones con el departamento de obras universitarias. La etapa 1 corresponde a la construcción de las obras que permitan dotar de servicios básicos a los bloques de aulas que se encuentran hacia



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

el Sur del Estero Belín; mientras que la etapa 2 corresponde a la construcción de obras que permitan dotar de servicios básicos a los bloques de aulas que se encuentran hacia el Norte del Estero Belín.

<b>"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"</b>					
<b>PRESUPUESTO AAPP - FASE 1</b>					
Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>1</b>	<b>ETAPA 1</b>				
<b>1,001</b>	<b>CAPTACIÓN</b>				<b>57,377.54</b>
					<b>1,168.43</b>
<b>1,001,001</b>	<b>REHABILITACIÓN DE POZO EXISTENTE</b>				<b>1,168.43</b>
1,001,001,001	Demolición de brocal de pozo existente (Inc. desalojo convencional)	m3	0.13	169.82	22.08
1,001,001,002	Extracción, Retiro e Inspección de Bomba Sumergible	u	1.00	400.00	400.00
1,001,001,003	Reposición de Bomba Sumergible en Pozo (UNEMI)	u	1.00	63.42	63.42
1,001,001,004	Sello Sanitario 1.5x1.5x1.5m (Milagro)	u	1.00	317.70	317.70
1,001,001,005	Suministro e Instalación de Grava para pozo (Inc. transporte a Milagro)	m3	7.86	29.17	229.28
1,001,001,006	Brocal 0.80x1.20x1.00m (inc. tubería de reposición de grava) (UNEMI)	u	1.00	135.95	135.95
<b>1,002</b>	<b>TRATAMIENTO</b>				<b>910.80</b>
1,002,001	Suministro e Instalación de Caneca 20 lt	u	1.00	7.22	7.22
1,002,002	Suministro e Instalación de Bomba dosificadora de químico Q=1.0 L/H	u	1.00	903.58	903.58
<b>1,003</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>				<b>2,648.99</b>
<b>1,003,001</b>	<b>REHABILITACIÓN DE TANQUE EXISTENTE</b>				<b>2,648.99</b>
1,003,001,001	Resane de paredes	m2	80.49	27.94	2,248.89
1,003,001,002	Impermeabilización de Tanque existente	m2	38.92	10.28	400.10
<b>1,004</b>	<b>REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				<b>50,071.12</b>
<b>1,004,001</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>33,547.23</b>
1,004,001,001	Replanteo de tuberías	ml	1,007.72	0.52	524.01
1,004,001,002	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	400.46	47.26	18,925.74
1,004,001,003	Desalojo del material sobrante (UNEMI)	m3	181.12	10.50	1,901.76
1,004,001,004	Cama de arena (Inc. transporte a Milagro) (Cantera Cerro Grande)	m3	109.46	24.98	2,734.31
1,004,001,005	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	37.99	25.67	975.20
1,004,001,006	Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	m3	249.55	5.08	1,267.71
1,004,001,007	Perfilada, rotura y desalojo de acera	m2	253.24	2.87	726.80
1,004,001,008	Perfilada, rotura y desalojo de asfalto	m2	20.20	2.87	57.97
1,004,001,009	Reposicion de acera e=8cm H.S. f'c=180 kg/cm2 (UNEMI)	m2	253.24	18.41	4,662.15
1,004,001,010	Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	m3	20.13	5.08	102.26



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,004,001,011	Imprimación de asfalto	m2	20.13	2.83	56.97
1,004,001,012	Prueba Hidraulica y desinfeccion de Red	ml	1,007.72	1.60	1,612.35
<b>1,004,002</b>	<b>TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>				<b>6,791.50</b>
1,004,002,001	Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 25mm 1.00 MPa	ml	170.76	2.36	402.99
1,004,002,002	Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 32mm 1.25 MPa	ml	237.89	3.48	827.86
1,004,002,003	Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 50mm 0.80 MPa	ml	200.59	5.40	1,083.19
1,004,002,004	Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 63 mm 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	ml	371.93	4.22	1,569.54
1,004,002,005	Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 90 mm 0.80 MPA (Inc. Unión elastomérica)	ml	5.40	6.97	37.64
1,004,002,006	Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 160 mm 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	ml	4.46	18.83	83.98
1,004,002,007	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 25mmx45°	u	3.00	1.90	5.70
1,004,002,008	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 25mmx90°	u	2.00	1.87	3.74
1,004,002,009	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 32mmx45°	u	1.00	2.66	2.66
1,004,002,010	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 32mmx90°	u	12.00	2.54	30.48
1,004,002,011	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 40mmx90°	u	3.00	3.67	11.01
1,004,002,012	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 50mmx45°	u	1.00	4.22	4.22
1,004,002,013	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 50mmx90°	u	5.00	4.24	21.20
1,004,002,014	Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 63mmX45°	u	4.00	23.74	94.96
1,004,002,015	Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 63mmX90°	u	4.00	10.50	42.00
1,004,002,016	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 25 a 20 mm	u	1.00	1.20	1.20
1,004,002,017	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 32 a 20 mm	u	5.00	2.05	10.25
1,004,002,018	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 32 a 25 mm	u	1.00	2.30	2.30
1,004,002,019	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 50 a 25 mm	u	2.00	4.22	8.44
1,004,002,020	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 25 mm	u	3.00	5.48	16.44
1,004,002,021	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 32 mm	u	3.00	6.19	18.57
1,004,002,022	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 40 mm	u	1.00	5.41	5.41
1,004,002,023	Suministro e Instalación de Reductor PVC EC 63 a 50 mm	u	2.00	5.15	10.30
1,004,002,024	Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 90 a 63 mm	u	4.00	14.68	58.72
1,004,002,025	Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 160 a 63 mm	u	3.00	57.07	171.21
1,004,002,026	Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 160 a 90 mm	u	1.00	55.78	55.78
1,004,002,027	Suministro e instalación de Tee PVC EC 20mm	u	2.00	1.26	2.52
1,004,002,028	Suministro e instalación de Tee PVC EC 32mm	u	2.00	2.64	5.28
1,004,002,029	Suministro e instalación de Tee PVC EC 50mm	u	2.00	5.11	10.22

**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,004,002,030	Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 63 mm	u	3.00	17.53	52.59
1,004,002,031	Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 90 mm	u	3.00	29.84	89.52
1,004,002,032	Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 160 mm	u	2.00	145.20	290.40
1,004,002,033	Suministro e Instalación de Collarín 63mm x 1/2"	u	1.00	8.86	8.86
1,004,002,034	Suministro e Instalación de Union Universal 63mm	u	2.00	39.36	78.72
1,004,002,035	Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	m3	9.07	184.52	1,673.60
<b>1,004,003</b>	<b>ACOMETIDAS DOMICILIARIAS (38U)</b>				<b>4,129.66</b>
1,004,003,001	Suministro e Instalación de Acometidas para Consumidores Normales de 20mm con salida de 1/2", incluye excavación manual (UNEMI)	u	16.00	23.74	379.84
1,004,003,002	Suministro e Instalación de Acometidas para Consumidores Normales de 25mm con salida de 1/2", incluye excavación manual (UNEMI)	u	22.00	24.30	534.60
1,004,003,003	Suministro e Instalación de Medidor 1/2" R100 Chorro unico - registro cobre vidrio, incluye caja de polipropileno	u	38.00	82.63	3,139.94
1,004,003,004	Hormigón Simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (MILAGRO)	m3	0.57	132.07	75.28
<b>1,004,004</b>	<b>VÁLVULAS</b>				<b>819.38</b>
1,004,004,001	Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Metálica roscable D=25 mm (200PSI)	u	1.00	18.91	18.91
1,004,004,002	Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Metálica roscable D=40 mm (150PSI)	u	1.00	22.34	22.34
1,004,004,003	Suministro e Instalación de Válvula Mariposa concentrica wafer disco en HD d=65mm PN10 (Inc. bridas)	u	2.00	166.49	332.98
1,004,004,004	Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=50mm PN10/16 (Inc. acople B-L)	u	1.00	407.29	407.29
1,004,004,005	Suministro e Instalación de Válvula de aire 1/2" doble acción de PVC (Inc. accesorios)	u	1.00	37.86	37.86
<b>1,004,005</b>	<b>CÁMARA DE VÁLVULAS TIPO I (2U)</b>				<b>3,253.66</b>
1,004,005,001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	8.44	5.74	48.45
1,004,005,002	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	6.14	25.67	157.61
1,004,005,003	Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	m3	0.26	184.52	47.98
1,004,005,004	Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	m3	3.08	275.71	849.19
1,004,005,005	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	784.33	2.64	2,070.63
1,004,005,006	Suministro e Instalación de Neplo Bridado PVC 63mm	U	4.00	11.02	44.08
1,004,005,007	Suministro e Instalación de Junta de desmontaje DN65mm PN16	u	2.00	3.10	6.20
1,004,005,008	Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	m3	0.16	184.52	29.52
<b>1,004,006</b>	<b>CÁMARA VÁLVULA DE AIRE (1U)</b>				<b>360.91</b>
1,004,006,001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	m3	0.51	3.59	1.83
1,004,006,002	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	0.44	25.67	11.29



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,004,006,003	Hormigón simple para Replantiillo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	m3	0.07	184.52	12.92
1,004,006,004	Hormigón Simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (UNEMI)	m3	0.43	222.34	95.61
1,004,006,005	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	30.53	2.64	80.60
1,004,006,006	Pared de bloque 9x19x39cm (Inc. transporte a Milagro)	m2	2.64	19.72	52.06
1,004,006,007	Puerta Metálica con plancha cribada	u	1.00	97.74	97.74
1,004,006,008	Suministro e Instalación de Collarin 63mm x 1/2"	u	1.00	8.86	8.86
<b>1,004,007</b>	<b>CÁMARA VÁLVULA DESAGUE (3U)</b>				<b>997.99</b>
1,004,007,001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	5.07	5.74	29.10
1,004,007,002	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	1.08	25.67	27.72
1,004,007,003	Hormigón simple para Replantiillo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	m3	0.18	184.52	33.21
1,004,007,004	Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	m3	1.41	275.71	388.75
1,004,007,005	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	105.90	2.64	279.58
1,004,007,006	Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 63 mm	u	1.00	17.53	17.53
1,004,007,007	Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 63 a 50 mm	u	1.00	11.93	11.93
1,004,007,008	Suministro e Instalación de Union de Reparación PVC 50mm	u	1.00	4.63	4.63
1,004,007,009	Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 50 a 40mm	U	4.00	2.08	8.32
1,004,007,010	Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=40mm	u	4.00	12.18	48.72
1,004,007,011	Suministro e Instalación de Neplo C/Tuerca PVC roscable d=40mm	u	4.00	3.73	14.92
1,004,007,012	Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 50mm 0.63 MPa (Unemi)	ml	5.20	4.06	21.11
1,004,007,013	Suministro e instalación de Tee PVC EC 50mm	u	1.00	5.11	5.11
1,004,007,014	Suministro e instalación de Tee PVC EC 32mm	u	1.00	2.64	2.64
1,004,007,015	Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 32 a 25mm	U	2.00	1.38	2.76
1,004,007,016	Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=25mm	u	2.00	6.74	13.48
1,004,007,017	Suministro e Instalación de Neplo C/Tuerca PVC roscable d=25mm	u	2.00	2.09	4.18
1,004,007,018	Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 32mm 1.25 MPa	ml	11.50	3.48	40.02
1,004,007,019	Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	m3	0.24	184.52	44.28
<b>1,004,008</b>	<b>CAJETÍN VÁLVULA COMPUERTA (2U)</b>				<b>170.79</b>
1,004,008,001	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	0.08	11.51	0.92
1,004,008,002	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	m3	0.02	5.08	0.10
1,004,008,003	Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 50 a 40mm	U	2.00	2.08	4.16
1,004,008,004	Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 40 a 32mm	U	2.00	1.75	3.50
1,004,008,005	Suministro e Instalación de Adaptador PVC INY M CR EC 32 a 25mm	U	2.00	1.38	2.76
1,004,008,006	Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=40mm	u	2.00	12.18	24.36



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,004,008,007	Suministro e Instalación de Union Universal PVC roscable d=25mm	u	2.00	6.74	13.48
1,004,008,008	Suministro e Instalación de Neplo C/Tuerca PVC roscable d=40mm	u	2.00	3.73	7.46
1,004,008,009	Suministro e Instalación de Neplo C/Tuerca PVC roscable d=25mm	u	2.00	2.09	4.18
1,004,008,010	Suministro e Instalación de Cajetín para Válvula 320mm	u	2.00	16.79	33.58
1,004,008,011	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 50mmx90°	u	4.00	4.24	16.96
1,004,008,012	Suministro e Instalación de Codo PVC EC 40mmx90°	u	4.00	3.67	14.68
1,004,008,013	Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 50mm 0.63 MPa (Unemi)	ml	2.10	4.06	8.53
1,004,008,014	Suministro e Instalación de Tubería PVC EC d = 40mm 0.63 MPa (Unemi)	ml	2.09	3.16	6.60
1,004,008,015	Hormigón simple f'c=180 kg/cm², para bloques de anclajes (UNEMI)	m3	0.16	184.52	29.52
<b>1,005</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>2,578.20</b>
1,005,001	Letrero Informativos (de seguridad)	u	1.00	42.00	42.00
1,005,002	Contenedores para manejo de desechos sólidos no peligrosos o comunes (Tambores metálicos de 55 gal)	u	1.00	48.00	48.00
1,005,003	Manejo de aguas residuales domésticas durante la construcción (mantenimiento de baterías sanitarias)	m3	8.00	14.40	115.20
1,005,004	Material para Capacitación y educación ambiental a toda la población trabajadora (folletería y trípticos)	u	30.00	1.20	36.00
1,005,005	Carteles Informativos (Letreros de Obra)	u	1.00	216.00	216.00
1,005,006	Conos de seguridad reflectivos	u	8.00	22.54	180.32
1,005,007	Señalización de seguridad de tipo caballete	u	5.00	129.94	649.70
1,005,008	Señalización de seguridad de tipo pedestal	u	5.00	125.40	627.00
1,005,009	Cinta de señalización	u	4.00	15.65	62.60
1,005,010	Botiquín de primeros auxilios	u	1.00	52.18	52.18
1,005,011	Rotulos ambientales	u	3.00	78.00	234.00
1,005,012	Kit antiderrames	u	1.00	228.00	228.00
1,005,013	Extintor de Polvo Químico ABC, 20Lbs (PQS)	u	2.00	43.60	87.20
<b>PRESUPUESTO AAPP - ETAPA</b>					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>001</b>	<b>ETAPA 1</b>				<b>247,035.59</b>
<b>1,001</b>	<b>COLECTORES Y REDES DOMICILIARIAS</b>				<b>57,678.30</b>
1,001,001	Replanteo de tuberías	ml	1,218.05	0.52	633.39
1,001,002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	m3	393.38	3.59	1,412.23
1,001,003	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	1,175.15	5.74	6,745.37
1,001,004	Suministro e Instalación de Material Granular (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI 2018)	m3	239.44	25.67	6,146.42
1,001,005	Suministro e Instalación de Piedra 3/4" (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (Cantera Cerro Grande)	m3	59.86	22.94	1,373.19



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,001,006	Cama de arena (Inc. transporte a Milagro) (Cantera Cerro Grande)	m3	377.69	24.98	9,434.70
1,001,007	Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	m3	1,054.83	5.08	5,358.54
1,001,008	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di=110 mm (DN125) NORMA NTE INEN 2059 (UNEMI)	m	292.75	8.24	2,412.26
1,001,009	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di=160 mm (DN175) NORMA NTE INEN 2059 (UNEMI)	m	256.90	20.95	5,382.06
1,001,010	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 200 mm (DN220) NORMA NTE INEN 2059 (UNEMI)	m	440.30	23.64	10,408.69
1,001,011	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 250 mm (DN280) NORMA NTE INEN 2059	m	228.10	25.38	5,789.18
1,001,012	Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	ml	1,218.05	2.12	2,582.27
<b>1,002</b>	<b>CAJAS DOMICILIARIAS</b>				<b>5,551.36</b>
1,002,001	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria alineada d=175mm (Inc. tapa) (Milagro)	u	18.00	238.27	4,288.86
1,002,002	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria ciega d=175mm (Inc. tapa) (Milagro)	u	5.00	247.42	1,237.10
1,002,003	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	m3	5.00	5.08	25.40
<b>1,003</b>	<b>POZOS DE REVISIÓN</b>				<b>30,423.91</b>
1,003,001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	m3	576.45	3.59	2,069.46
1,003,002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	117.60	5.74	675.02
1,003,003	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	75.18	25.67	1,929.87
1,003,004	Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado) (MILAGRO)	u	17.00	1,153.97	19,617.49
1,003,005	Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo II de Hormigon Armado 2.50<H<3.70m (Inc. encofrado) (MILAGRO)	u	2.00	1,833.22	3,666.44
1,003,006	Suministro e Instalación de Tapa de H.A. para Pozos de Revisión (UNEMI 2018)	u	19.00	129.77	2,465.63
<b>1,004</b>	<b>LOSETAS DE PROTECCIÓN</b>				<b>4,140.73</b>
1,004,001	Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	m3	10.58	275.71	2,917.01
1,004,002	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	463.53	2.64	1,223.72
<b>1,005</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>				<b>146,483.09</b>
<b>1,005,001</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES DE LÍNEA DE IMPULSIÓN</b>				<b>24,688.06</b>
1,005,001,001	Replanteo de tuberías	ml	676.79	0.52	351.93
1,005,001,002	Excavación mecánica en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	372.68	47.26	17,612.86
1,005,001,003	Cama de arena (arena de sitio tamizada) (UNEMI)	m3	147.33	24.98	3,680.30
1,005,001,004	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	m3	219.79	5.08	1,116.53
1,005,001,005	Desalojo del material sobrante (UNEMI)	m3	183.47	10.50	1,926.44
<b>1,005,002</b>	<b>TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE LÍNEAS DE IMPULSIÓN</b>				<b>16,004.15</b>
1,005,002,001	Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 110 mm 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	ml	530.73	9.44	5,010.09
1,005,002,002	Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 63 mm 0.80 MPA (Inc. unión elastomérica)	ml	127.30	4.22	537.21



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,005,002,003	Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 110mmX90°	u	5.00	22.12	110.60
1,005,002,004	Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 110 mm	u	1.00	35.68	35.68
1,005,002,005	Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 110mmX45°	u	10.00	19.60	196.00
1,005,002,006	Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 63mmX90°	u	2.00	10.50	21.00
1,005,002,007	Suministro e Instalación de Codo PVC/UE d = 63mmX45°	u	5.00	23.74	118.70
1,005,002,008	Hormigón simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (UNEMI)	m3	3.38	184.52	623.68
<b>1,005,002,001</b>	<b>PASARELA PARA CRUCE DE TUBERÍA</b>				<b>9,351.19</b>
1,005,002,001,001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	m3	16.32	3.59	58.59
1,005,002,001,002	Suministro e Instalación de Material Sub Base (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI 2018)	m3	6.53	25.67	167.63
1,005,002,001,003	Hormigón simple para Replanto f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	m3	0.41	184.52	75.65
1,005,002,001,004	Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	m3	4.50	275.71	1,240.70
1,005,002,001,005	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	306.46	2.64	809.05
1,005,002,001,006	Acero estructural (A36)	kg	1,367.20	4.94	6,753.97
1,005,002,001,007	Acero estructural (A36) para soporte de tuberías	kg	49.72	4.94	245.60
<b>1,005,003</b>	<b>REHABILITACIÓN DE CÁRCAMO EXISTENTE</b>				<b>8,900.24</b>
1,005,003,001	Limpieza y desinfección del cárcamo	m2	185.20	2.53	468.56
1,005,003,002	Resane de paredes	m2	185.20	27.94	5,174.49
1,005,003,003	Impermeabilización de Cárcamo existente	m2	185.20	17.16	3,178.03
1,005,003,004	Desmontaje de bombas (Inc. desalojo)	u	2.00	39.58	79.16
<b>1,005,004</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE CÁRCAMO DE BOMBEO</b>				<b>9,641.41</b>
1,005,004,001	Replanteo de estructuras (Milagro)	m2	16.50	1.43	23.60
1,005,004,002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 4<H<6.6 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	18.81	6.60	124.15
1,005,004,003	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	13.63	5.74	78.24
1,005,004,004	Hormigón simple para Replanto f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	m3	0.91	184.52	167.91
1,005,004,005	Hormigón simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> , con impermeabilizante (UNEMI)	m3	12.25	275.71	3,377.45
1,005,004,006	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	1,647.13	2.64	4,348.42
1,005,004,007	Suministro e Instalación de Tapa de H.A. (500x1100)mm	u	12.00	81.44	977.28
1,005,004,008	Sellado de Juntas de construcción	ml	11.00	15.12	166.32
1,005,004,009	Peldaño de Escalera de acero inoxidable	u	26.00	14.54	378.04
<b>1,005,005</b>	<b>CÁMARAS EN LÍNEA DE IMPULSIÓN</b>				<b>3,163.91</b>
<b>1,005,005,001</b>	<b>CÁMARA DE DESAGÜE (1U)</b>				<b>1,209.74</b>
1,005,005,001,001	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	1.69	11.51	19.45
1,005,005,001,002	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	m3	0.36	5.08	1.83
1,005,005,001,003	Hormigón simple para Replanto f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	m3	0.12	184.52	22.14
1,005,005,001,004	Hormigón Simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (UNEMI)	m3	0.47	222.34	104.50



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,005,005,001,005	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	35.30	2.64	93.19
1,005,005,001,006	Suministro e Instalación de Tee PVC/UE d = 110 mm	u	1.00	35.68	35.68
1,005,005,001,007	Suministro e Instalación de Tapa de H.A. (500x1200)mm	u	2.00	83.52	167.04
1,005,005,001,008	Suministro e Instalación de Junta de desmontaje 80mm	u	1.00	228.76	228.76
1,005,005,001,009	Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=80mm PN10/16	u	1.00	376.99	376.99
1,005,005,001,010	Suministro e Instalación de Tubería PVC/UE d = 90 mm 0.80 MPA (Inc. Unión elastomérica)	ml	18.76	6.97	130.76
1,005,005,001,011	Suministro e Instalación de Reductor PVC/UE 110 a 90 mm	u	1.00	18.83	18.83
1,005,005,001,012	Hormigón Simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> , para bloques de anclajes (MILAGRO)	m3	0.08	132.07	10.57
<b>1,005,005,002</b>	<b>CÁMARA DE VÁLVULA DE AIRE (4U)</b>				<b>1,954.17</b>
1,005,005,002,001	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	1.68	11.51	19.34
1,005,005,002,002	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	m3	1.44	5.08	7.32
1,005,005,002,003	Hormigón simple para Replanteo f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (UNEMI)	m3	0.22	184.52	40.59
1,005,005,002,004	Hormigón Simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (UNEMI)	m3	2.60	222.34	578.08
1,005,005,002,005	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	195.72	2.64	516.70
1,005,005,002,006	Puerta Metálica con plancha cribada	u	4.00	97.74	390.96
1,005,005,002,007	Pared de bloque 9x19x39cm (Inc. transporte a Milagro)	m2	10.56	19.72	208.24
1,005,005,002,008	Suministro e Instalación de Collarin 110mm x 1/2"	u	2.00	11.89	23.78
1,005,005,002,009	Suministro e Instalación de Collarin 63mm x 1/2"	u	2.00	8.86	17.72
1,005,005,002,010	Suministro e Instalación de Válvula de aire 1/2" doble acción de PVC (Inc. accesorios)	u	4.00	37.86	151.44
<b>1,005,006</b>	<b>OBRA MECÁNICA</b>				<b>15,194.70</b>
<b>1,005,006,001</b>	<b>CÁRCAMO EXISTENTE</b>				<b>8,940.92</b>
1,005,006,001,001	Suministro e Instalación de bomba sumergible para AASS de TDH= 12.0m, Q=9.37 L/s (UNEMI 2018)	u	2.00	2,392.57	4,785.14
1,005,006,001,002	Suministro e Instalación de Tubería Acero ASTM A36 d=50 mm	ml	7.60	11.86	90.14
1,005,006,001,003	Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio (UNEMI)	m3	2.00	5.08	10.16
1,005,006,001,004	Suministro e Instalación de Reductor Acero ASTM A36 100 a 50mm (UNEMI)	u	2.00	11.46	22.92
1,005,006,001,005	Suministro e Instalación de Tubería Acero ASTM A36 d=100 mm	ml	7.10	87.66	622.39
1,005,006,001,006	Suministro e Instalación de Válvula Check bridada de H.D.Tipo Swing d=100mm PN10/16	u	2.00	368.89	737.78
1,005,006,001,007	Suministro e Instalación de brida de acero al carbono ASTM A-105 DN 90mm	u	9.00	43.34	390.06
1,005,006,001,008	Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=100mm PN10/16	u	2.00	456.82	913.64
1,005,006,001,009	Suministro e Instalación de Junta de desmontaje 100mm	u	2.00	362.80	725.60
1,005,006,001,010	Suministro e Instalación de Codo Acero ASTM A36 d = 100mmX90°	u	1.00	189.85	189.85



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,005,006,001,011	Suministro e Instalación de Tee Acero ASTM A 36 d=100mm	u	2.00	130.48	260.96
1,005,006,001,012	Suministro e Instalación de Union Mecánica 110mm	u	1.00	78.62	78.62
1,005,006,001,013	Suministro e Instalación de brida ciega de acero al carbono ASTM A-105 DN 110mm (UNEMI 2018)	u	1.00	54.61	54.61
1,005,006,001,014	Hormigón simple $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ , para bloques de anclajes (UNEMI)	m3	0.32	184.52	59.05
<b>1,005,006,002</b>	<b>NUEVO CÁRCAMO</b>				<b>4,267.69</b>
1,005,006,002,001	Suministro e Instalación de bomba sumergible para AASS de TDH= 7.0m, Q=3.47 L/s (UNEMI 2018)	u	2.00	1,038.54	2,077.08
1,005,006,002,002	Suministro e Instalación de Válvula Compuerta tipo guillotina d=160mm	u	1.00	721.48	721.48
1,005,006,002,003	Suministro e Instalación de Codo Acero ASTM A36 d = 40mmX90°	u	2.00	8.58	17.16
1,005,006,002,004	Suministro e Instalación de Reductor Acero ASTM A36 63 a 40mm (UNEMI)	u	2.00	3.36	6.72
1,005,006,002,005	Suministro e Instalación de Junta de desmontaje 65mm (UNEMI)	u	5.00	3.10	15.50
1,005,006,002,006	Suministro e Instalación de brida de acero al carbono ASTM A-105 DN 65mm (UNEMI)	u	8.00	21.88	175.04
1,005,006,002,007	Suministro e Instalación de Válvula Check bridada de H.D. Tipo Swing d=65mm PN10/6	u	2.00	254.75	509.50
1,005,006,002,008	Suministro e Instalación de Válvula Compuerta Vastago Fijo extremos bridados d=65mm PN16 (UNEMI)	u	2.00	305.50	611.00
1,005,006,002,009	Suministro e Instalación de Codo Acero ASTM A36 d = 63mmX90°	u	2.00	20.64	41.28
1,005,006,002,010	Suministro e Instalación de Tee Acero ASTM A 36 d=63mm	u	1.00	33.88	33.88
1,005,006,002,011	Hormigón simple $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ , para bloques de anclajes (UNEMI)	m3	0.32	184.52	59.05
1,005,006,003	TECLE MÓVIL				1,986.09
1,005,006,003,001	Tecla Manual de 1/2ton 6m de levante	u	1.00	1,981.15	1,981.15
1,005,006,003,002	Acero estructural (A36)	kg	1.00	4.94	4.94
<b>1,005,007</b>	<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>				<b>68,890.62</b>
<b>1,005,007,001</b>	<b>RED SUBTERRÁNEA EN MEDIA TENSIÓN</b>				<b>2,429.74</b>
1,005,007,001,001	Acometida de ingreso a transformador PADMOUNTED (UNEMI)	u	2.00	1,214.87	2,429.74
<b>1,005,007,002</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>				<b>3,266.71</b>
1,005,007,002,001	Transformador PADMOUNTED de 15KVA (UNEMI)	u	1.00	3,266.71	3,266.71
<b>1,005,007,003</b>	<b>SISTEMA DE EMERGENCIA</b>				<b>21,463.64</b>
1,005,007,003,001	Generador 20 KVA 120/208 VAC (UNEMI)	u	1.00	21,463.64	21,463.64
<b>1,005,007,004</b>	<b>TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN</b>				<b>15,132.54</b>
1,005,007,004,001	Panel de Distribución Principal (UNEMI)	u	1.00	5,541.85	5,541.85
1,005,007,004,002	Tablero de Control de Luminarias (UNEMI)	u	1.00	1,510.12	1,510.12
1,005,007,004,003	Tablero de Control de bombas (UNEMI)	u	1.00	8,080.57	8,080.57
<b>1,005,007,005</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>				<b>2,357.20</b>
1,005,007,005,001	Sistema de puesta a Tierra de estación de bombeo (UNEMI)	u	1.00	2,357.20	2,357.20
<b>1,005,007,006</b>	<b>ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN</b>				<b>8,148.24</b>



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

1,005,007,006,001	Alimentador TR01 a TDE (2F #4/0 AWG TTU, N#3/0 AWG THHN Cu, T#2 AWG TTU) (UNEMI)	ml	20.00	98.04	1,960.80
1,005,007,006,002	Alimentador TDP a TCB (CONCENTRICO 3X12 THHN SIPERFLEX) (UNEMI)	ml	6.00	52.32	313.92
1,005,007,006,003	Alimentador TDP a TCL 1 (CABLE CONCENTRICO 4X10 SUPERFLEX) (UNEMI)	ml	10.00	33.85	338.50
1,005,007,006,004	Alimentador GENERADOR a TDP (2F #4/0 AWG TTU, N#3/0 AWG TTU Cu, T#2 AWG TTU) (UNEMI)	ml	7.00	348.86	2,442.02
1,005,007,006,005	Alimentador de TDE a TDP (2F #4 AWG TTU, N#6 AWG TTU, T#8 AWG TTU) (UNEMI)	ml	60.00	51.55	3,093.00
<b>1,005,007,007</b>	<b>CIRCUITOS DE ALUMBRADO INTERIOR</b>				<b>423.60</b>
1,005,007,007,001	Circuito de Iluminación Tablero TCL1 (UNEMI)	pto	2.00	211.80	423.60
<b>1,005,007,008</b>	<b>CIRCUITOS DE ALUMBRADO EXTERIOR</b>				<b>1,593.92</b>
1,005,007,008,001	Circuito de Iluminación exterior tablero TCL1 (UNEMI)	pto	2.00	796.96	1,593.92
<b>1,005,007,009</b>	<b>CIRCUITO DE TOMACORRIENTES 110V</b>				<b>153.22</b>
1,005,007,009,001	Circuito de Tomacorrientes TCL 1 (UNEMI)	pto	1.00	153.22	153.22
<b>1,005,007,010</b>	<b>ALIMENTADOR DE BOMBAS</b>				<b>13,162.04</b>
1,005,007,010,001	Alimentador a Bomba de 0.75 KW desde TCB (UNEMI)	ml	15.00	786.16	11,792.40
1,005,007,010,002	Alimentador a Bomba de 0.75 KW desde TCB. (UNEMI)	ml	18.00	31.03	558.54
1,005,007,010,003	Alimentador a Bomba de 0.75 KW (UNEMI)	ml	20.00	17.41	348.20
1,005,007,010,004	Alimentador a Bomba de Sumergible (UNEMI)	ml	30.00	15.43	462.90
<b>1,005,007,011</b>	<b>MEDICIÓN</b>				<b>759.77</b>
1,005,007,011,001	Tablero de Medición Indirecta (UNEMI)	u	1.00	759.77	759.77
<b>1,006</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>2,758.20</b>
1,006,001	Letrero Informativos (de seguridad)	u	3.00	42.00	126.00
1,006,002	Contenedores para manejo de desechos sólidos no peligrosos o comunes (Tambores metálicos de 55 gal)	u	3.00	48.00	144.00
1,006,003	Manejo de aguas residuales domésticas durante la construcción (mantenimiento de baterías sanitarias)	m3	8.00	14.40	115.20
1,006,004	Material para Capacitación y educación ambiental a toda la población trabajadora (folletería y trípticos)	u	30.00	1.20	36.00
1,006,005	Carteles Informativos (Letreros de Obra)	u	1.00	216.00	216.00
1,006,006	Conos de seguridad reflectivos	u	8.00	22.54	180.32
1,006,007	Señalización de seguridad de tipo caballete	u	5.00	129.94	649.70
1,006,008	Señalización de seguridad de tipo pedestal	u	5.00	125.40	627.00
1,006,009	Cinta de señalización	u	4.00	15.65	62.60
1,006,010	Botiquín de primeros auxilios	u	1.00	52.18	52.18
1,006,011	Rotulos ambientales	u	3.00	78.00	234.00
1,006,012	Kit antiderrames	u	1.00	228.00	228.00
1,006,013	Extintor de Polvo Químico ABC, 20Lbs (PQS)	u	2.00	43.60	87.20
<b>PRESUPUESTO AALL - FASE 1</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.Unitario</b>	<b>P.Total</b>
<b>1</b>	<b>ETAPA 1</b>				<b>83,123.72</b>
<b>1,001</b>	<b>COLECTORES</b>				<b>36,569.49</b>



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

1,001,001	Replanteo de tuberías	ml	269.90	0.52	140.35
1,001,002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	m3	224.60	3.59	806.31
1,001,003	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	507.32	5.74	2,912.03
1,001,004	Cama de arena (Inc. transporte a Milagro) (Cantera Cerro Grande)	m3	222.89	24.98	5,567.79
1,001,005	Suministro e Instalación de Piedra 3/4" (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (Cantera Cerro Grande)	m3	33.23	22.94	762.30
1,001,006	Suministro e Instalación de Material Granular (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI)	m3	132.92	25.67	3,412.06
1,001,007	Suministro e Instalación de Material Sub Base (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI)	m3	1.96	25.67	50.31
1,001,008	Suministro e Instalación de Material Base (Inc. transporte a Milagro, tendido conformación y compactación) (UNEMI)	m3	1.96	25.67	50.31
1,001,009	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	2.94	25.67	75.47
1,001,010	Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	m3	283.86	5.08	1,442.01
1,001,011	Perfilada, rotura y desalojo de asfalto	m2	9.80	2.87	28.13
1,001,012	Reposición de asfalto 3" (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m2	9.80	17.50	171.50
1,001,013	Imprimación de asfalto	m2	9.80	2.83	27.73
1,001,014	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 400 mm (DN440) NORMA NTE INEN 2059	m	123.00	74.29	9,137.67
1,001,015	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di= 600 mm (DN650) NORMA NTE INEN 2059	m	75.60	150.97	11,413.33
1,001,016	Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	ml	269.90	2.12	572.19
<b>1,002</b>	<b>CÁMARAS</b>				<b>18,744.02</b>
1,002,001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo) (UNEMI)	m3	56.68	3.59	203.48
1,002,002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4.0 m (Inc. entibado metálico y desalojo)	m3	112.06	5.74	643.22
1,002,003	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	106.88	25.67	2,743.61
1,002,004	Relleno compactado con plancha, material de sitio (UNEMI)	m3	26.72	5.08	135.74
1,002,005	Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	m3	14.28	275.71	3,937.14
1,002,006	Hormigón Simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (MILAGRO) (UNEMI)	m3	3.30	184.52	608.92
1,002,007	Suministro e Instalación de Camaras Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado) (MILAGRO)	u	5.00	1,415.77	7,078.85
1,002,008	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	1,285.25	2.64	3,393.06
<b>1,003</b>	<b>SUMIDEROS</b>				<b>1,908.62</b>
1,003,001	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	6.64	11.51	76.43
1,003,002	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	1.54	25.67	39.53
1,003,003	Hormigón premezclado f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado (MILAGRO) (UNEMI)	m3	3.04	222.34	675.91
1,003,004	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	323.61	2.64	854.33



**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

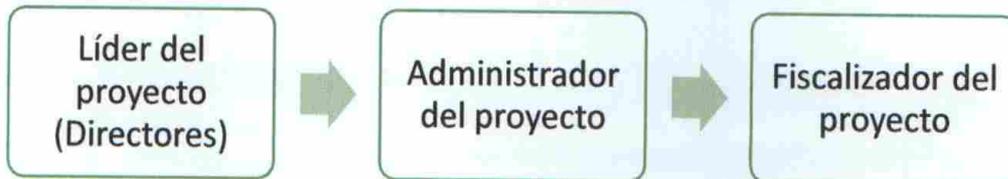
1,003,005	Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo I 0.70x0.40 m	u	6.00	13.38	80.28
1,003,006	Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo II 0.70x0.60 m	u	2.00	22.27	44.54
1,003,007	Suministro e Instalación de rejilla de acero Tipo III 1.30x0.60 m	u	4.00	34.40	137.60
<b>1,004</b>	<b>TIRANTES</b>				<b>2,616.71</b>
1,004,001	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 300 mm (DN335) NORMA NTE INEN 2059	m	71.30	36.70	2,616.71
<b>1,005</b>	<b>CABEZALES DE DESCARGA TIPO I (2U)</b>				<b>12,871.17</b>
1,005,001	Excavación a mano (Inc. Desalojo)	m3	35.11	11.51	404.12
1,005,002	Relleno compactado con plancha, material de mejoramiento (Inc. transporte a Milagro) (UNEMI)	m3	29.26	25.67	751.10
1,005,003	Hormigón Simple f'c=180 kg/cm <sup>2</sup> (MILAGRO) (UNEMI)	m3	2.18	184.52	402.25
1,005,004	Hormigón Simple f'c=300 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado (MILAGRO) (UNEMI)	m3	19.48	367.42	7,157.34
1,005,005	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	1,574.38	2.64	4,156.36
<b>1,006</b>	<b>LOSETAS DE PROTECCIÓN</b>				<b>2,303.79</b>
1,006,001	Hormigón Simple f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> (inc. encofrado) (MILAGRO) (UNEMI)	m3	5.29	275.71	1,458.51
1,006,002	Acero de refuerzo en barras (UNEMI)	kg	320.18	2.64	845.28
<b>1,007</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>5,351.72</b>
1,007,001	Hormigón premezclado f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> incluye encofrado (MILAGRO) (UNEMI)	m3	24.07	222.34	5,351.72
<b>1,008</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>2,758.20</b>
1,008,001	Letrero Informativos (de seguridad)	u	3.00	42.00	126.00
1,008,002	Contenedores para manejo de desechos sólidos no peligrosos o comunes (Tambores metálicos de 55 gal)	u	3.00	48.00	144.00
1,008,003	Manejo de aguas residuales domésticas durante la construcción (mantenimiento de baterías sanitarias)	m3	8.00	14.40	115.20
1,008,004	Material para Capacitación y educación ambiental a toda la población trabajadora (folletería y trípticos)	u	30.00	1.20	36.00
1,008,005	Carteles Informativos (Letreros de Obra)	u	1.00	216.00	216.00
1,008,006	Conos de seguridad reflectivos	u	8.00	22.54	180.32
1,008,007	Señalización de seguridad de tipo caballete	u	5.00	129.94	649.70
1,008,008	Señalización de seguridad de tipo pedestal	u	5.00	125.40	627.00
1,008,009	Cinta de señalización	u	4.00	15.65	62.60
1,008,010	Botiquín de primeros auxilios	u	1.00	52.18	52.18
1,008,011	Rotulos ambientales	u	3.00	78.00	234.00
1,008,012	Kit antiderrames	u	1.00	228.00	228.00
1,008,012	Extintor de Polvo Químico ABC, 20Lbs (PQS)	u	2.00	43.60	87.20
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 387,536.85</b>
<b>IVA</b>					<b>\$</b>
<b>TOTAL</b>					<b>12% 46,504.42</b>
					<b>\$ 434,041.27</b>



*“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”*

## 6. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

### 6.1. Estructura operativa



- El líder del proyecto: estará a cargo del director de obras universitarias quién tiene la función de realizar el control con respecto a la ejecución del proyecto desde ámbitos técnicos y económicos.
- El Administrador del proyecto: será la persona asignada por el Rector de la Universidad Estatal de Milagro, quién será el responsable de velar por el cabal oportuno cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones que se deriven del contrato.
- El Fiscalizador del proyecto: será el profesional contratado que vele por la correcta ejecución de la obra, a fin de que el mismo se realice con los diseños y etapas definitivas, especificación técnica, cronograma de trabajo, recomendaciones de los diseñadores y normas técnicas aplicables.





**"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...
52	...	...	...	...	...
53	...	...	...	...	...
54	...	...	...	...	...
55	...	...	...	...	...
56	...	...	...	...	...
57	...	...	...	...	...
58	...	...	...	...	...
59	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...
61	...	...	...	...	...
62	...	...	...	...	...
63	...	...	...	...	...
64	...	...	...	...	...
65	...	...	...	...	...
66	...	...	...	...	...
67	...	...	...	...	...
68	...	...	...	...	...
69	...	...	...	...	...
70	...	...	...	...	...
71	...	...	...	...	...
72	...	...	...	...	...
73	...	...	...	...	...
74	...	...	...	...	...
75	...	...	...	...	...
76	...	...	...	...	...
77	...	...	...	...	...
78	...	...	...	...	...
79	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...
81	...	...	...	...	...
82	...	...	...	...	...
83	...	...	...	...	...
84	...	...	...	...	...
85	...	...	...	...	...
86	...	...	...	...	...
87	...	...	...	...	...
88	...	...	...	...	...
89	...	...	...	...	...
90	...	...	...	...	...
91	...	...	...	...	...
92	...	...	...	...	...
93	...	...	...	...	...
94	...	...	...	...	...
95	...	...	...	...	...
96	...	...	...	...	...
97	...	...	...	...	...
98	...	...	...	...	...
99	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...



*"Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)"*

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...
52	...	...	...	...	...
53	...	...	...	...	...
54	...	...	...	...	...
55	...	...	...	...	...
56	...	...	...	...	...
57	...	...	...	...	...
58	...	...	...	...	...
59	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...
61	...	...	...	...	...
62	...	...	...	...	...
63	...	...	...	...	...
64	...	...	...	...	...
65	...	...	...	...	...
66	...	...	...	...	...
67	...	...	...	...	...
68	...	...	...	...	...
69	...	...	...	...	...
70	...	...	...	...	...
71	...	...	...	...	...
72	...	...	...	...	...
73	...	...	...	...	...
74	...	...	...	...	...
75	...	...	...	...	...
76	...	...	...	...	...
77	...	...	...	...	...
78	...	...	...	...	...
79	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...
81	...	...	...	...	...
82	...	...	...	...	...
83	...	...	...	...	...
84	...	...	...	...	...
85	...	...	...	...	...
86	...	...	...	...	...
87	...	...	...	...	...
88	...	...	...	...	...
89	...	...	...	...	...
90	...	...	...	...	...
91	...	...	...	...	...
92	...	...	...	...	...
93	...	...	...	...	...
94	...	...	...	...	...
95	...	...	...	...	...
96	...	...	...	...	...
97	...	...	...	...	...
98	...	...	...	...	...
99	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...



***“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”***

## **7. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN**

### **7.1. Monitoreo de la ejecución**

Para el control de la ejecución de los componentes del proyecto “Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No.2 de la Universidad Estatal de Milagro “UNEMI”, con las siguientes medidas:

- Designar persona responsable Administrador y Fiscalizador del contrato, acorde a lo establecido en el Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCPP).
- Si el contrato es de ejecución de obras, prevé y requiere de los servicios de fiscalización.
- Informes de avances del proyecto (siguiendo el cronograma valorado del proyecto).
- Actualización del cronograma de estudio, mostrando el progreso actual con los avances de obra.
- Análisis de los recursos en términos financieros, humanos y materiales.

### **7.2. Evaluación de resultados e impactos**

Los indicadores adoptados para determinación de Línea Base y la proyección de las metas de proyecto serán monitoreados y evaluados mediante lo siguiente:

En coordinación con el equipo del proyecto asignado por la UNEMI, se realizará la evaluación de resultados e impactos en referencia al cumplimiento de los objetivos propuestos en el proyecto.

La evaluación utilizará la información obtenida a partir del monitoreo en función del siguiente propósito:

- Realizar un análisis comparativo en lo ejecutado con respecto a lo programado.

Siguiendo los indicadores de evaluación del proyecto.



**“Construcción de la nueva red de agua potable y descarga de aguas residuales en la nueva planta de tratamiento de la ciudadela universitaria No. 2 de la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI)”**

- a) **Indicador de Gestión del Proyecto:** Se medirá el grado de cumplimiento del proyecto, a través de las actividades cumplidas en comparación con el tiempo estimado de la programación del proyecto. Este indicador tiene como objetivo medir el grado de logro de las metas del proyecto independientemente de los costos. (CAD, 2002)

$$\text{Cumplimiento de programación} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo programado}}$$

$$\text{Índice cumplimiento de actividades} = \frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Actividades programadas}}$$

**Entonces:**

Grado de cumplimiento =

Cumplimiento de programación x índice de cumplimiento de actividades

**Donde:**

Grado de cumplimiento = 1	Las actividades programadas son iguales a las cumplidas (Cumplimiento eficaz)
Grado de cumplimiento > 1	El proyecto es más eficaz de lo programado
Grado de cumplimiento < 1	El proyecto es menos eficaz de lo programado

**Tabla 50:** Indicador de Gestión del proyecto