



**UNIVERSIDAD NACIONALAGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA**

***TERMINOS DE REFERENCIA DEL PROYECTO PARA LA
CONSTRUCCION DEL LABORATORIO DE RIEGO E HIDRAULICA***

FECHA: 03 / 11 / 2013
(Actualizado: 19/06/2014)

TERMINOS DE REFERENCIA DEL PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL LABORATORIO DE RIEGO E HIDRAULICA

I. Información General del Proyecto.-

- *Nombre del Proyecto:* **“Laboratorio de Riego e Hidráulica”.**
- *Nombres de los participantes:*
 - MSc. Emilio Marrero García. (*Profesor principal*)
 - Ing. Carmen Margarita Castillo Cerna.
 - Ing. Joel Isaias Angulo Rocha.
 - Br. Richard J. Laguna Mendoza.
 - Br. Milton J. Alvarado Aguirre.
- *Localización del Proyecto:* **Universidad Nacional Agraria.**

El Laboratorio se localiza en las áreas docentes de la Universidad Nacional Agraria, en la calle hacia el REGEN, contiguo al laboratorio de Mecanización y delante del aula de usos múltiples. (Ver imagen).



- *Requerimientos del Servicio Solicitado:*

La Facultad de Agronomía, a través de la Universidad Nacional Agraria requiere la contratación de los servicios constructivos de una empresa que cumpla con los requisitos establecido por las leyes nacionales a fin de garantizar el cumplimiento de los términos de referencias de este proyecto, para ejecutar con las más altas normas de calidad el laboratorio de Riego e Hidráulica con fines académicos e investigativos.

II. Antecedentes del Proyecto.-

Durante los últimos 20 años la Universidad Nacional Agraria ha venido evolucionando en un proceso de transformación tanto de su estructura organizativa como de su modelo académico acorde a las necesidades y realidades de la sociedad Nicaragüense, creando profesionales más

competitivos. Debido a lo extenso de la historia académica de la institución, destacamos que en el 2001 se inició una reingeniería en su transformación curricular, estableciéndose una nueva estructura orgánica de la UNA, basada en cuatro Facultades y 10 departamentos académicos las cuales brindan 10 carreras las que están debidamente distribuidas y administradas por cada facultad en correspondencia a su perfil académico.

La Facultad de Agronomía consta de tres departamentos académicos, siendo el que nos atañe el de Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Sostenible con la carrera de Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Sostenible, que comenzó en 2001 y se perfeccionó en el 2005.

Particularizando en esta carrera, desde su inicio fue estructurada en cinco grandes disciplinas del conocimiento como: Formación general, Riego y Drenaje, Conservación de suelos, Construcciones Rurales y Maquinarias, concentrando la formación del profesional en los aspectos de las ciencias del suelo, vinculadas con relación: agua – suelo – planta – clima y diseño y explotación de los recursos hídricos con fines agrícola.

En los planes de estudios el aspecto cognitivo se centra, entre otros de importancia, en las disciplinas relacionadas con la conducción, distribución y regulación del flujo líquido tanto en cauces abiertos o conductos cerrados como a través de medios porosos. Sin embargo, en los aspectos procedimentales concebidos para el desarrollo de habilidades y destreza, como vía de consolidación de los conocimientos de los profesionales en formación, se previó la estructuración, organización y elaboración de módulos prácticos que se desarrollarán dentro del Laboratorios de “Riego e Hidráulica”.

III.- Justificación.-

La misión y visión de la Universidad Nacional Agraria establece que es una institución de educación superior pública, autónoma, sin fines de lucro, que contribuye desde su perspectiva del Compromiso Social Universitario, al desarrollo agrario integral y sostenible y a la conservación del ambiente, mediante la formación de profesionales competentes, con valores éticos, estéticos, morales y cultura ambientalista; la construcción de conocimiento científico y tecnológico; y la producción, gestión y difusión de la información.

Durante estos últimos años la formación académica de los profesionales en el campo de la Ingeniería Agrícola ha sido de forma modesta y limitadas, ***debido a su débil formación práctica***, la que se ha desarrollado acorde a las posibilidades que posee la institución, aunque siempre tratando de alcanzar, a pesar de lo anterior, los niveles de pertinencia y competitividad académicas que permitan su desarrollo laboral de forma satisfactoria.

Sin embargo, en la actualidad y visualizando los retos en el futuro, sobre las experticias que en el campo laboral van surgiendo, ***se hace imprescindible el fortalecimiento de la formación práctica de los mismos***, mediante el desarrollo de módulos prácticos a nivel de laboratorio de Riego e Hidráulica; los que se hacen extensivos posteriormente a nivel de campo, para consolidar los conocimientos mediante el desarrollo de habilidades y destrezas de los actuales y futuros egresados.

Además, este laboratorio académico permitirá fortalecer la capacitación, entrenamiento y actualización mediante cursos de especialización, post grado y de actividades de servicios que se oferten aquellos profesionales e instituciones que lo deseen con el propósito de fortalecer sus capacidades, conocimientos, destrezas y habilidades en cuanto a la hidrometría, manejo, control

y aprovechamiento del agua en los sistema de riego o bien de los acuíferos superficiales y subterráneas para la producción agrícola en general.

Por orientaciones del Jefe del departamento de Ingeniería Agrícola Ing. MSc. Néstor Alvarado Díaz, el 19 de Agosto del 2013, se creó el Grupo de trabajo para el desarrollo de las disciplinas: Riego y Drenaje, Régimen de Riego, Hidráulica II y Drenaje Agrícola. La segunda tarea del plan de trabajo consistía en Diseñar y desarrollar la parte metodológica del Laboratorio de Riego e Hidráulica

El presente *proyecto* tiene como propósito ***el diseño de los módulos del laboratorio de Riego e Hidráulica***, previsto desde la creación de la carrera y aun NO ejecutado, los que deben garantizar que las prácticas sean verdaderamente una estrategia de integración del modelo académico actual y del futuro, el que se encamina hacia un proceso de perfeccionamiento de nuestra Institución, dentro del modelo académico socio constructivista con enfoque por competencias.

Las asignaturas que se beneficiarán con la realización de las prácticas son:

- Física.
- Riego y Drenaje.
- Hidráulicas I y II.
- Drenaje agrícola.
- Diseño de los sistemas de riego.
- Obras Hidrotécnicas.
- Introducción en los recursos agrícolas.
- Explotación y Mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje.

Y otras afines, que en sus contenidos estudien el comportamiento del flujo líquido tanto superficial como a través de medios porosos, como pueden ser:

- Hidrología.
- Conservación de suelos y aguas.

Ya sean impartidas desde el Dpto. de Ingeniería Agrícola (DIA) o de otros de nuestra institución con la finalidad de desarrollar habilidades y destrezas en la formación profesional de los estudiantes

IV. Objetivo de la Contratación del Servicio de Construcción.

La ejecución del proyecto elaborado por los Ingenieros – Docentes del Departamento Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Sostenible, antes mencionados, el que contempla el diseño hidráulico y constructivo de los diferentes módulos del laboratorio de Riego e Hidráulica, y que prestarán servicio a las Prácticas de Laboratorio en cada una de las asignaturas antes indicadas.

V. Descripción del Proyecto.-

El proyecto en su totalidad constará, una vez terminado, con 5 módulos; los que son:

- *Módulo de Abastecimiento.*
- *Módulo del Canal hidráulico.*
- *Módulo de Conducción forzada.*
- *Módulo de Drenaje.*
- *Módulo para flujo en medios porosos y ariete hidráulico.*

Atendiendo a que la mayor cantidad de saberes y destrezas se concentran en el módulo del canal y en el de conducción forzada, el Grupo de Trabajo para el desarrollo de las disciplinas antes señaladas, decidió en una primera etapa comenzar, como es de suponer, por el Módulo de Abastecimiento, el que garantizará el flujo líquido a los restantes, después para su explicación exponemos el de Canal Hidráulico y por último el Módulo de Conducción Forzada. Dejando para una segunda etapa, los restantes

V.I - Módulo de Abastecimiento:

Este módulo consta de los siguientes dispositivos y piezas:

- Depósito de abastecimiento: Se usará un depósito de plásticos Rotoplast de 1.1 m^3 de volumen. Este tanque tiene una altura de 1.39 m . por 1.10 m . de diámetro; diámetro de la boca del tanque es de 0.45 m . El tanque estará soterrado hasta una profundidad de tal manera que quede sola la parte de la boca del tanque descubierta.

El diámetro de la excavación para soterrar el tanque es de 1.20 m , por lo que quedará un espesor de 10 cm . para rellenar con arena de manera que el tanque no sufra algún impacto o roce agudo con alguna roca que lo pueda dañar. El volumen de arena a rellenar será aproximadamente de 0.18 m^3 .

- Bomba y caseta de protección: Se instalará una bomba centrífuga horizontal con un caudal $Q = 20 \text{ Litro} \cdot \text{seg}^{-1}$, carga $H_b \approx 8.50 \text{ m}$. y una potencia $N \approx 3.20 \text{ HP}$. La misma estará protegida por una caseta que tendrá de dimensiones de $1.60 \text{ m} \times 1.60 \text{ m}$., cercada con maya de acero expandible de $\frac{1}{2} \text{ ''}$, y con la estructura metálica que se indica en el plano correspondiente. (Ver diseño en el plano correspondiente a este módulo).

La bomba estará colocada sobre una base de hormigón armado de 0.1 m . de espesor de dimensiones de $1.60 \text{ m} \times 1.60 \text{ m}$., reforzado con varillas de $\frac{3}{8} \text{ ''}$ espaciada 0.2 m . La caseta estará separada de la pared del laboratorio 1 m ., tal como se detalla en el plano de este módulo; la bomba se instalará de manera que facilite la colocación de las tuberías que parten hacia el local del laboratorio, así como las de retorno.

- Tubería de succión de la bomba: Será de 6 '' de Acero galvanizado. y se colocará una válvula de check de pie con filtro. La tubería de succión estará separada del fondo del tanque 0.1 m .
- Tubería de impulsión: Se propone de 4 '' . Sale desde la bomba hacia el depósito regulador del Módulo de Canal Hidráulico y hacia el Módulo de conducción forzada.

De la misma, al inicio, parte una tubería de 2 '' mediante una unión T de $4 \text{ ''} \times 2 \text{ ''}$, la que se utilizará para evacuar toda el agua que está en los depósitos y en circulación, con fines de limpieza, y se enviará hacia afuera, a un cauce natural ubicado a 15 m . de la instalación de la bomba. Más adelante, a la misma se le coloca otra unión T de $4 \times 4 \text{ ''}$, de la cual sale una tubería de 4 '' para el sistema de conducción forzada.

Ver planos del módulo correspondiente y el listado de materiales:

V.II- Módulo del Canal hidráulico:

Este módulo compuesto de los siguientes elementos o submódulos:

- ❖ Depósito regulador con su estructura de soporte: El mismo tiene la función de garantizar un volumen y carga constante, para cada uno de los gastos que se utilizarán en el proceso de medición en el canal hidráulico.
- ❖ Canal hidráulico con su estructura de soporte: Estructura en la que se colocarán los distintos dispositivos. orificio, compuertas, vertedores, etc. que serán evaluados por los estudiantes, utilizando los gastos aportados por el depósito regulador.
- ❖ Depósito aforado con su estructura de soporte: Permitirá la determinación de cada una de los gastos utilizados en el proceso de medición de los dispositivos ya mencionados, mediante aforos volumétricos.

A continuación se describen cada uno de ellos:

- Depósito regulador con su estructura de soporte: El mismo tiene la forma cubica rectangular con las siguientes dimensiones: $0.9 \times 0.85 \times 1 m^3$. Formado por láminas de acero de 1/8" de grosor; estará elevado 1.90 m. desde la superficie del piso de concreto del local del laboratorio por una torre compuesta de 4 angulares de 2" \times 2" de 1/8" de grosor. La torre tendrá bases o zapatas de dimensiones mostradas en la figura, (Ver detalle N° 5), reforzadas con varillas de acero de 1/2" encajadas (espichadas) en la losa del piso del laboratorio; con estribos de hierro de 1/4", y empernada a la base de la torre para evitar el vuelco. Ver plano N° 1 y 2 del módulo correspondiente.

El tanque y la torre que lo soporta serán pintados con pintura anticorrosiva de la mejor calidad posible para garantizar su funcionamiento sin de deteriorarse por varios años.

La torre que soporta al tanque estará separado que del canal hidráulico 0.2 m.

Del tanque regulador saldrá la tubería de 4" PVC de que alimenta el canal hidráulico y que descargará casi al centro del primer tramo del canal con paredes de metal; esta tubería posee una válvula de compuerta, la que facilitará la dosificación de distintos gastos, que serán utilizados en las mediciones por parte de los alumnos. En su extremo se le anexará una tubería flexible que podría ser hule de neumático u otro material para que descargue completamente en el fondo del canal para evitar salpicadura del agua en el momento de la descarga.

- Canal hidráulico: tendrá una longitud total 3.50 m. y una longitud útil de 3.00 m. con un ancho 0.20 m. y de altura 0.30 m, las paredes serán de vidrio con espesor de 5.0 mm, y 0,28 m. de ancho \times 1.00 m. de largo, las que se unirán, mediante silicón blanco, a los angulares y platina que se describen a continuación, a ambos lados del canal en sus 3.00 m. útiles.

Como se apreciará de este dispositivo, es una estructura reticular formada por angulares de 1" \times 1" \times 1/8"; en su parte inferior estarán girados hacia adentro, en la superior iguales y girados hacia afuera; a ambos lados y a todo el largo del canal; y unidos con soldadura a cinta o platina de 1" \times 1/8", espaciadas a 1.0 m. excepto en el primer tramo en que las paredes son de metal están a 0.50 m.

El fondo del canal se ejecutará soldando una lámina 0.20 m. de ancho $\times \frac{1}{8}$ " y de 3.50 m. de largo, a los angulares inferiores girados hacia adentro.

Los primeros 0.50 m. de esta estructura tendrá sus tres paredes de láminas metal del mismo tipo que la del fondo pero: 2 de 0.50 \times 0.30 m. para los laterales y una de 0.20 \times 0.30 m. para el fondo. En el mismo descargará la tubería proveniente del depósito regulador, ya descrita. Y será pintado, al igual que el resto de toda la estructura, con pintura anticorrosiva de la mejor calidad, para garantizar su funcionamiento sin de deteriorarse por varios años.

Como es de suponer, esta estructura reticular no puede por sí sola soportar el peso del agua y de los elementos o dispositivos que se estudiarán en su interior; por lo que en su parte inferior (por debajo) y a ras con los bordes, se colocarán 2 cajas de perlines de 3" \times 1" $\times \frac{1}{8}$ ", y de 3.50 m. de longitud, una a cada lado y soldadas a los angulares inferiores ya descritos; ambas cajas por delante y por detrás serán tapadas con láminas de 0.10 \times 0.20 $\times \frac{1}{8}$ ", que oculten los huecos, garantizando una estructura compacta y que el agua que fluya se vierta de manera segura en el depósito aforador.

Tanto al final del canal como en las penúltimas platinas por ambos lados interiores deben colocarse perfiles tipo: "C", preferiblemente de 5.0 \times 5.0 mm, y 0.30 m. de largo. de duro aluminio, por donde se deslizarán los elementos o dispositivos, tales como vertedores, compuertas, etc. que se evaluarán en el mismo.

El canal estará apoyado en dos soportes o columnas, que lo elevan a 1.18 m. sobre el piso del laboratorio, considerando que esta altura media es suficiente para que los alumnos puedan con comodidad apreciar el comportamiento del flujo en los elementos o dispositivos que se instalen. La distancia entre los soportes es de 2.28 m.

De acuerdo a sus funciones se utilizan dos soportes:

- Soporte anterior se encuentra ubicado a 0.50 m. del inicio del canal y a 0.70 m. del depósito regulador y, además de soportar el peso correspondiente (la estructura, el agua, y los medios que se estudiarán), cuenta con un dispositivo elevador que tiene la importante función darle pendientes variables del fondo al canal con vistas de lograr distintos tipos de flujo en el mismo.

Este dispositivo elevador va montado sobre una lámina de 0.10 \times 0.10 $\times \frac{3}{8}$ " soldada en la parte superior del soporte, y con una perforación en su centro de 0.035 m.; y está formado por: una rueda con rosca al centro, una balinera de apoyo (similar al "collarín" del embrague de los autos) y un tornillo de rosca "sin fin" que transita por el centro de la rueda; muy importante, debe tener ciertos "grados de libertad" o determinada articulación para permitir la inclinación del tornillo de rosca "sin fin" en la misma medida que se incline el canal.

La estructura de este soporte es la siguiente:

- Una caja de perlines de 4 \times 2 $\times \frac{1}{8}$ ", empotrada en su parte inferior en la zapata.
- La zapata tendrá una base cuadrado de 0.40 \times 0.40 m. y de 0.10 m. de grosor, y reforzada con varillas de $\varnothing \frac{3}{8}$ " @ 0.125 m., en ambos sentidos formando una parrilla, este primer escalón queda introducido en el suelo a ras del piso del laboratorio. La parte inferior del soporte debe quedar apoyada sobre la parrilla mencionada.

El segundo escalón de la zapata de 0.20 \times 0.20 m. \times 0.15 m. de altura, que envuelve a la caja de perlines, formando un pequeño segmento de columna. El refuerzo de acero está formado

por 4 elementos en “L” de $\text{Ø } \frac{3}{8}$ ”, que se apoya en la parrilla ya descrita, y llevará 3 cercos @ $\approx 8 \text{ mm}$ de $\text{Ø } \frac{2}{8}$ ($\approx 7 \text{ mm}$).

La altura del soporte, medida desde el piso será de 0.90 m.

- En la parte inferior de canal (por debajo) y a la distancia de 0.50 m. debe soldarse una lámina de $0.15 \times 0.20 \text{ m.} \times \frac{3}{8}$ ” la que servirá primero, para mantener separados de manera solidaria las dos cajas de perlines que soportan al canal (para que no se abran), y segundo. en su punto medio, al centro, se debe soldar una articulación “tipo rótula” o similar, donde se apoye el extremo del tornillo de rosca “sin fin”, y permita su movimiento con un mínimo de fricción y sin deslizamiento.

- Soporte posterior se encuentra ubicado a 0.70 m. del extremo del canal, y a 0.50 m. del depósito aforador, en sentido general tiene la misma función que el anterior; sin embargo, soportará más peso de acuerdo a la distribución de cargas por su posición; y además, también tiene la importante función de permitir el giro al tomar el canal distintas pendientes.

Esta función se ejecuta mediante una articulación “*tipo bisagra*”, formada por 3 camisas de 0.030 m. diámetro interior y 0.065 m. de longitud, de forma tal que 2 de ellas queden soldadas a una lámina de $0.10 \times 0.20 \text{ m.}$ ubicada en la parte superior del soporte y previamente soldada a este. La tercera camisa va soldada al centro sobre una lámina que une las dos cajas de perlines que soportan al canal, por debajo.

Por último, se utilizará un pasador de acero de alta resistencia al desgaste con $\text{Ø} = 0.028 \text{ m.}$ que enlace las tres camisas.

La estructura de este soporte será la siguiente:

- Dos cajas de perlines de $4 \times 2 \times \frac{1}{8}$ ”, soldadas solidariamente, la que aportaría una superficie de $0.10 \times 0.20 \text{ m.}$, en su parte superior, donde soldar la lámina, e irán colocadas las camisas ya señaladas; coincidentemente con el ancho del canal. El lado de 0.20 m. queda perpendicular al eje del canal.
- Ambas cajas de perlines como una sola pieza va empotrada en una zapata con las mismas características de la anterior tendrá una base cuadrado de $0.40 \times 0.40 \text{ m.}$ y de 0.10 m. de grosor, y reforzada con una parrilla de varillas de $\text{Ø } \frac{3}{8}$ ” @ 0.125 m., en ambos sentidos, en su primer escalón, y queda introducido en el suelo a ras del piso del laboratorio. La parte inferior del soporte debe quedar apoyada en la parrilla mencionada.
El segundo escalón de la zapata de $0.20 \times 0.30 \text{ m.} \times 0.15 \text{ m.}$ de altura, que envuelve a la caja doble de perlines, formando un pequeño segmento de columna. El refuerzo de acero está formado por 6 elementos en “L” de $\text{Ø } \frac{3}{8}$ ”, que se apoya en la parrilla ya descrita, y llevará 3 cercos @ $\approx 8 \text{ mm}$. de $\text{Ø } \frac{2}{8}$ ($\approx 7 \text{ mm}$), igual que el anterior, pero de medidas distintas.
- La altura del soporte, medida desde el piso será de 1.15 m.

Ambos soportes o columnas de metal serán pintados, con la misma pintura anticorrosiva de la mejor calidad, para garantizar su estructura sin de deteriorarse por varios años.

- Depósito de aforo Sera de lámina de acero de $\frac{1}{8}$ ” de espesor de dimensiones de $0.9 \times 0.8 \times 0.7 \text{ m.}$ un volumen aproximado de 0.5 m^3 ; volumen que permitirá que el estudiante pueda hacer las mediciones varias veces cada 10 cm. Antes que el líquido rebuje las bordes de este. Como se

aprecia presenta una forma rectangular, con longitud mayor orientada en dirección del eje del canal; colocado a 0.2 m. por debajo de éste y separado del mismo a una distancia de 0.1 m.

El depósito de aforo tendrá en uno de sus costados un tubo piezométrico graduado de 0.01m de diámetro que servirá para el medir el tiempo en que se llena un volumen determinado del mismo, digamos p.e. cada 10 cm. con estos datos realizar el aforo volumétrico y determinar el gasto que fluye por el canal. Además, constara con una tubería de retorno al depósito de abastecimiento de 4" de diámetro, la que tendrá una llave de compuerta para realizar el vaciado.

El tanque estará separado del suelo como se muestra en el detalle correspondiente del plano # 2. Lo soporta una estructura de angulares de 2" x 2" x 1/8" con bases de hormigón iguales a la que soporta el depósito regulador; o sea: tendrá bases o zapatas de dimensiones mostradas en la figura, (Ver detalle N° 5), reforzadas con varillas de acero de 1/2" encajadas (espichadas) en la losa del piso del laboratorio; con estribos de hierro de 1/4", y empernada a los angulares del depósito para evitar el vuelco. Ver plano N° 1 y 2 del módulo correspondiente.

V.III- Modulo del Conducción forzada

La tubería para la conducción forzada saldrá de la tubería de impulsión de la bomba desde una unión T de 4 x 4", ya explicada; la misma será de PVC de 4" hasta la entrada del sistema que estamos analizando, el que dista a 4 m. desde la esquina norte del laboratorio en dirección del módulo de abastecimiento

El sistema de conducción forzada estará pegado a la pared y ocupará una superficie de 2.25 m. de alto y 3 m. de largo; y permitirá hacer las prácticas de las asignaturas relacionadas con la conducción bajo presión. Constara con tuberías de diferentes diámetros de PVC y hierro galvanizado. En este módulo se instalará sistemas de tuberías en serie y en paralelo para analizar las pérdidas de energía (por fricción) que se producen en los mismos.

Está previsto la colocación de manómetros en los diferentes puntos de los sistemas mencionados y en otras partes, donde se encuentran ubicadas distintas piezas tales como: codos, tee, válvulas, etc., los que permitirán medir las pérdidas locales en estos accesorios; así como también medir el comportamiento de las presiones en varios diámetro y en el sistema. Este sistema contara también de una tubería de retorno al depósito de abastecimiento de 4", la tubería de impulsión al sistema de conducción forzada como la tubería de retorno a esta irán por dentro del local del laboratorio.

VI. Presupuesto de cada módulo y general

1. Módulo de Abastecimiento

Presupuesto de materiales para la base y la caseta de la Bomba

Descripción	Cantidad	U/M	Dimensiones
Zinc	4	Laminas	N°28 de 6 pies
Cemento	3	Bolsas	
Arena	0.328	m ³	
Piedrín	0.22	m ³	
Malla extensible	15	m ²	

Perfil cuadrado metálico	6	Unidad	2'' × 2''
Perfil cuadrado metálico	2	Unidad	1'' × 1''
Goloso punta de barreno	40	Unidad	1''
Bisagras	2	Unidad	2''
Barrilla	3	Unidad	3/8''
Perfil cuadrado metálico	1	Unidad	1/2'' × 1/2''

II. Módulo del canal hidráulico

Presupuesto de materiales para la torre y el depósito regulador

Descripción	Cantidad	U/M	Dimensiones
Angulares de 6 m. (acero)	7	Unidad	2'' × 2'' × 1/8''
Arena	0.01	m ³	
Cemento	8	kg	
Piedrín	26	kg	
Placas metálicas (platinas)	8	Unida	0.15'' × 0.15'' × 1/4''
Pernos	16	Unidad	2.5'' × 3/8''
Lamina de metal	4	m ²	1/8''
Varillas de hierro de 6 m. (acero)	1	Unidad	1/2''
Estribos de hierro (0.6 m)	8	Unidades	1/4''
Alambre de amarre	1	libra	

Presupuesto de materiales para canal hidráulico

Descripción	Cantidad	U/M	Dimensiones
Láminas de metal	1.06	m ²	1/8''
Perlines	2	unidades	3'' x 1'' x 1/16''
Angulares	3	unidad	2'' * 1'' * 1/8''
Vidrio	1.8	m ²	5mm espesor
Varilla de hierro	2	unidad	3/8''
Varilla de hierro	2	m	1/4''
Arena	0.01	m ³	
Cemento	8	kg	
Piedrín	0.15	m ³	
Alambre de amarre	1	lb	

Presupuesto de materiales para de depósito de aforo

Descripción	Cantidad	U/M	Dimensiones
Angulares	3	Unidad	2'' * 2'' * 1/8''
Placas de metal	4	Unidad	4'' * 4'' * 3/8''
Perno	16	Unidad	4'' * 1/4''
Cemento	8	kg	
Arena	0.01	m ³	
Piedrín	0.015	m ³	
Varilla de hierro	2	Unidad	3/8''
Varilla de hierro	2	Unidad	1/4''
Lamina de metal	3.1	m ²	1/8''

Módulo de conducción forzada

Materiales para conducción forzada

Descripción	Cantidad	U/M	Dimensiones
Tubería PVC	7	Unidad	4"
Tubería PVC	4	Unidad	2"
Tubería PVC	1	Unidad	1"
Tubería PVC	2	Unidad	6"
Tubería de Hierro Galvanizado	1	Unidad	2
Tubería de Hierro Galvanizado	1	Unidad	1"
Accesorios			
Tubería impulsión al sistema de conducción forzada			
Codo de 90°	2	Unidad	4"
Llave de compuerta	2	Unidad	4"
Tubería impulsión al depósito regulador			
Válvula de pies	1	Unidad	4"
Válvula de compuerta	1	Unidad	4"
Codo de 90°	5	Unidad	4"
Codo de 45°	3	Unidad	4"
T	4	Unidad	4"
Válvula Check	1	Unidad	4"
Manómetro	1	Unidad	
Tubería retorno del sistema de conducción forzada			
Codo de 90°	3	Unidad	4"
Tubería retorno del depósito regulador			
Codo de 90°	4	Unidad	6"
Codo de 90°	1	Unidad	4"
Llave de compuerta	1	Unidad	4"
Tubería retorno del depósito de aforo			
Codo de 90°	4	Unidad	4"
Válvula de compuerta	1	Unidad	4"
Accesorios del sistema de conducción forzadas			
Caudalímetro	1	Unidad	
Válvula Check	1	Unidad	4"
Venturímetro	1	Unidad	
Manómetro	24	Unidad	
Válvula de compuerta	5	Unidad	4"
Válvula de compuerta	8	Unidad	2"
Válvula de compuerta	2	Unidad	1"
Codo de 90°	4	Unidad	4"
Codo de 90°	2	Unidad	4" a 2"
Codo de 90°	2	Unidad	4" a 1"
Reductores	2	Unidad	2" a 1"
T	8	Unidad	4" a 2"
T	2	Unidad	4" a 1"
T	2	Unidad	4"
Sujetadores	10	Unidad	4"

Sujetadores	10	Unidad	2"
Sujetadores	4	Unidad	1"

Presupuesto total de materiales para la primera propuesta

(Los costos en base a información recolectada en las principales ferreterías de Managua, según la fecha indicada, los que pueden sufrir variación cuando se compran, NO incluye “mano de obra”, y se refieren a los tres de los cinco módulos con que contará el laboratorio)

N°	Descripción	Dimensiones	Cantidad	U/M	Costos Córdobas	Costos Dólares
1	Arena (Motastepe)	(para hormigón)	0.358	m ³	110.80	4.30
2	Angulares (acero estándar)	2" × 1/8" × 6m.	10	Unidad	2 500.00	96.15
3	Alambre de amarre (recocido negro)	# 18	1	lb	20.00	0.80
4	Bombas Centrifuga Horizontal	20 L / s; H = 30 m; N = 8.5 kW/h	1	Unidad	83 200.00	3 200
5	Bisagras (No oxidables)	2"	2	Unidad	100.00	3.80
6	Caudalimetro (Seco)	4"	1	Unidad	2080.00	80.00
7	Cemento (Portland)	Estándar	4	Bolsas	1100.00	42.30
8	Codo de 90° (PVC)	4"	19	Unidad	760.00	29.23
9	Codo de 90° (PVC)	6"	4	Unidad	240.00	9.23
10	Reductor (PVC)	4" a 2"	2	Unidad	100.00	3.80
11	Reductor (PVC)	4" a 1"	2	Unidad	100.00	3.80
12	Codo de 45° (PVC)	4"	3	Unidad	120.00	4.61
13	Goloso punta de barrena	1"	40	Unidad	40.00	1.54
14	Lamina de hierro lisa	1/8"	7.14	m ²	14125.00	543.26
15	Llave de compuerta (bronce)	4"	3	Unidad	3000.00	115.40
16	Manómetro (con aceite) vertical	0 – 5 Kgf/cm ²	24	Unidad	3744.00	144.00
17	Malla expandida plana	#16 × 1/2	5	m ²	4500.00	173.00
18	Placa de metal -base	6" * 6" * 3/8"	0.30	m ²	123.00	4.80
19	Pernos Hex -C/T- G5-NC	4" × 1/2"	36	Unidad	130.00	4.98
20	Piedrín (para hormigón)	1/4	0.40	m ³	120.00	4.61
21	Perlines	3" x 1 1/2" x 1/16"	5	unidades	1430.00	55.00
22	Tubo cuadrado Estruct	2" × .2" × 1.80 mm.	6	Unidad	2880.00	110.80
23	Tubo cuadrado Estruct	1" × 1" CH 16	2	Unidad	372.00	14.31
24	Tubo cuadrado Estruct	1/2" × 1/2" CH 20	1	Unidad	60.20	2.31
25	T – LISA – PVC S40AP	4" × 90°	4	Unidad	260.00	10.00
26	Tubo PVC- SDR 26	4" × 6 m.	7	Unidad	2450.00	94.23
27	Tubo PVC – SDR 26	2" × 6 m.	4	Unidad	1000.00	38.50
28	Tubo PVC- SDR 17	1" × 6 m.	1	Unidad	113.10	4.35

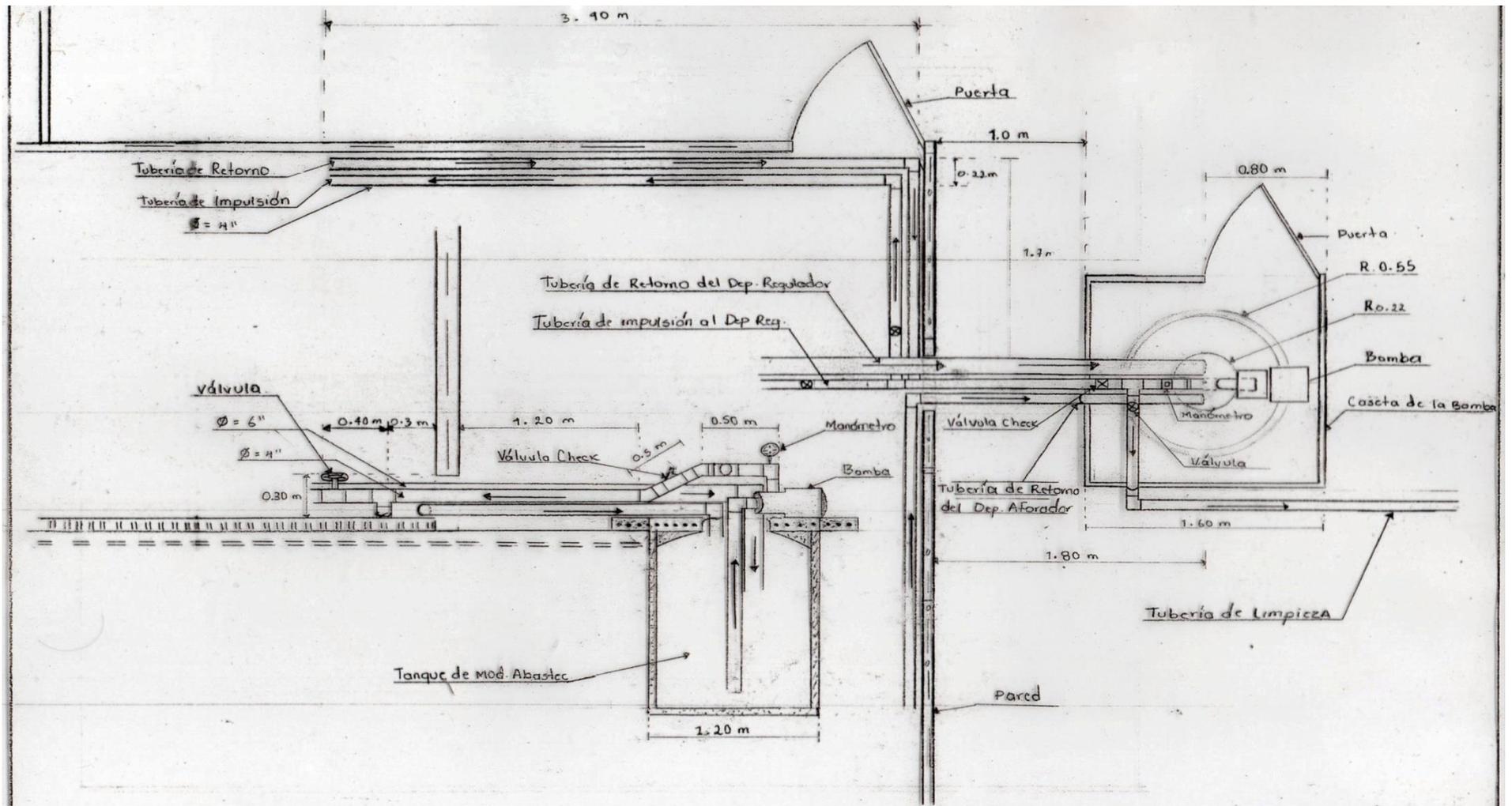
29	Tubo PVC –SDR 26	6" × 6 m.	2	Unidad	500.00	19.23
30	Tubo Galvanizado C/R	2" × 6 m.	1	Unidad	252.18	9.70
31	Tubo Galvanizado C/R	1" × 6 m.	1	Unidad	215.09	8.30
32	Varilla de hierro G70	3/8" × 6 m.	14	Unidad	924.00	35.54
33	Varias de hierro G70	1/4" × 6 m.	6	Unidades	132.00	5.10
36	Válvula Check (Bronce)	4"	1	Unidad	850	32.70
37	Válvula de pies (Bronce)	4"	1	Unidad	650	25.00
38	Válvula de compuerta (Bronce)	4"	1	Unidad	950	36.54
40	Vidrio	5mm espesor	2.8	m ²	1120.00	43.10
41	Zinc	Nº28 de 6 pies	4	Laminas	640.00	24.60
Totales					131.011.37	5038.92

VII. Cronograma de actividades provisional.

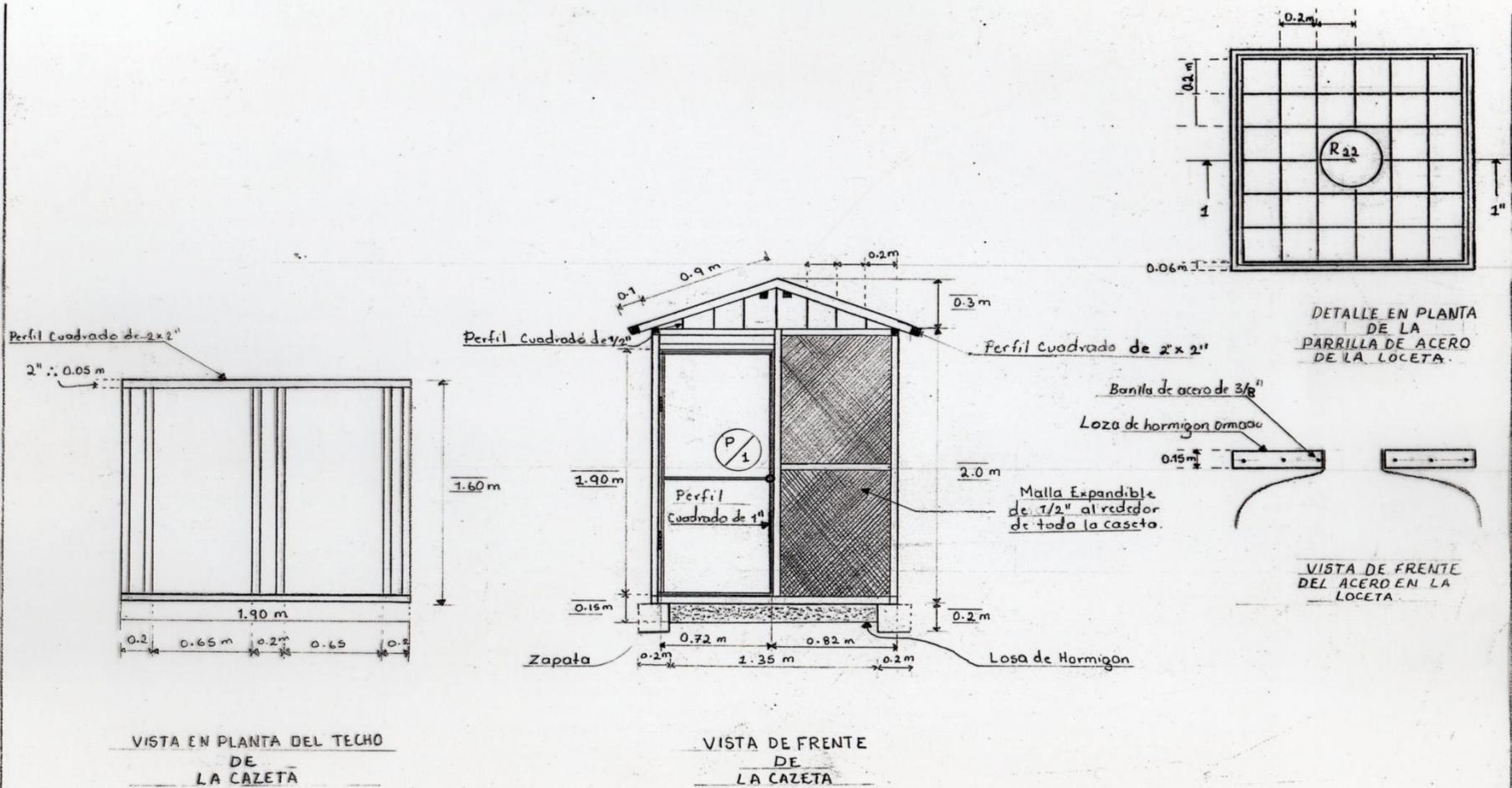
ACTIVIDADES	2014											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. <u>Módulo de abastecimiento</u>	X											
1.1. Construcción de caseta e instalación de la bomba	X											
1.2 Construcción de torre y construcción e instalación del depósito regulador	X											
1.4. Instalación de tubería del depósito regulador		X										
2. <u>Construcción del canal hidráulico</u>		X	X									
2.1. Instalación del soporte de la estructura del canal hidráulico		X	X									
2.2. Construcción e instalación del mecanismo del tornillo sin fin				X								
2.3. Construcción e instalación del depósito de aforo y tubería de retorno				X								
3. Instalación del sistema de conducción forzada con sus tuberías y todos sus accesorios				X	X							

ANEXOS

**PLANOS DEL MODULO
DEL DE
ABASTECIMIENTO
Y LA CASETA**

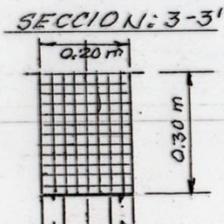
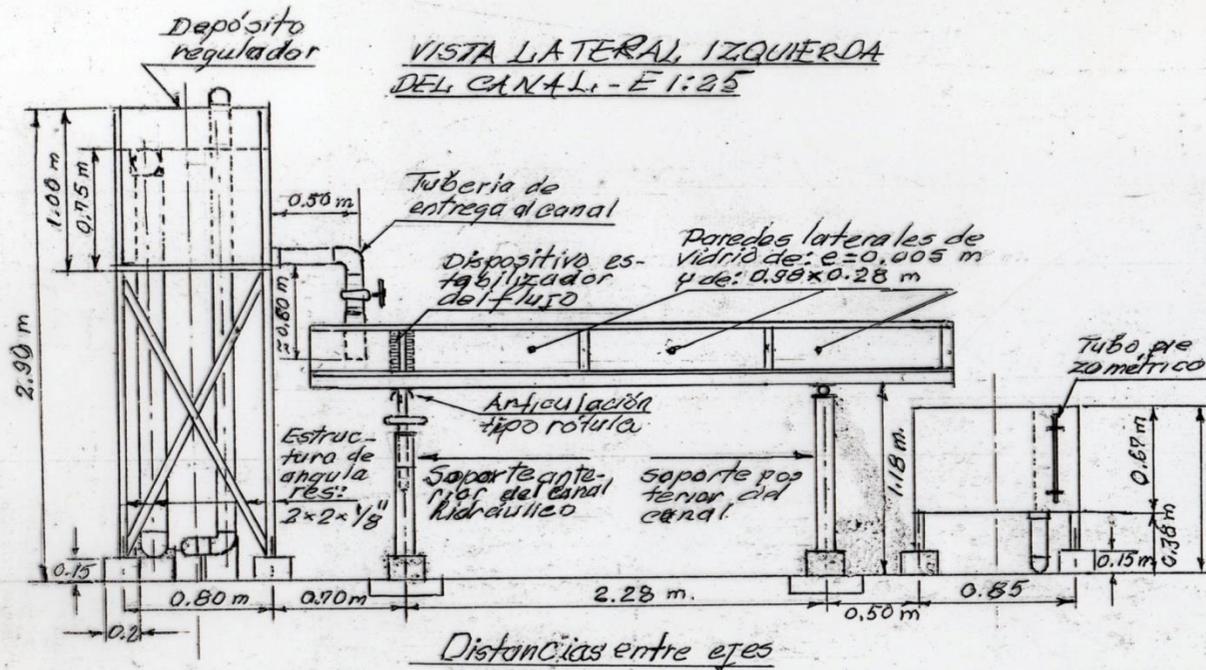


MODULO DE ABASTECIMIENTO DISTRIBUCION DE TUBE			
DIV. POR: Richar Laguna		UNA	FECHA:
REV. POR: Ing. Joel Angulo			DIA: E:1-25

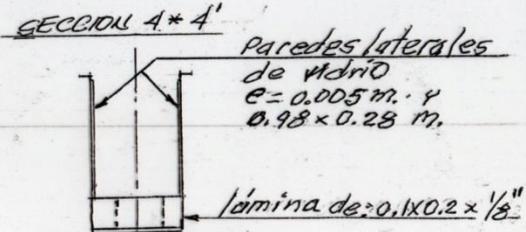


Nº: 2	CASETA DEL MODULO DE ABASTECIMIENTO		
DIV. POR: RICHARD LAGUNA		UNA	FECHA:
REV. POR: Ing. Joel Angulo			DIA

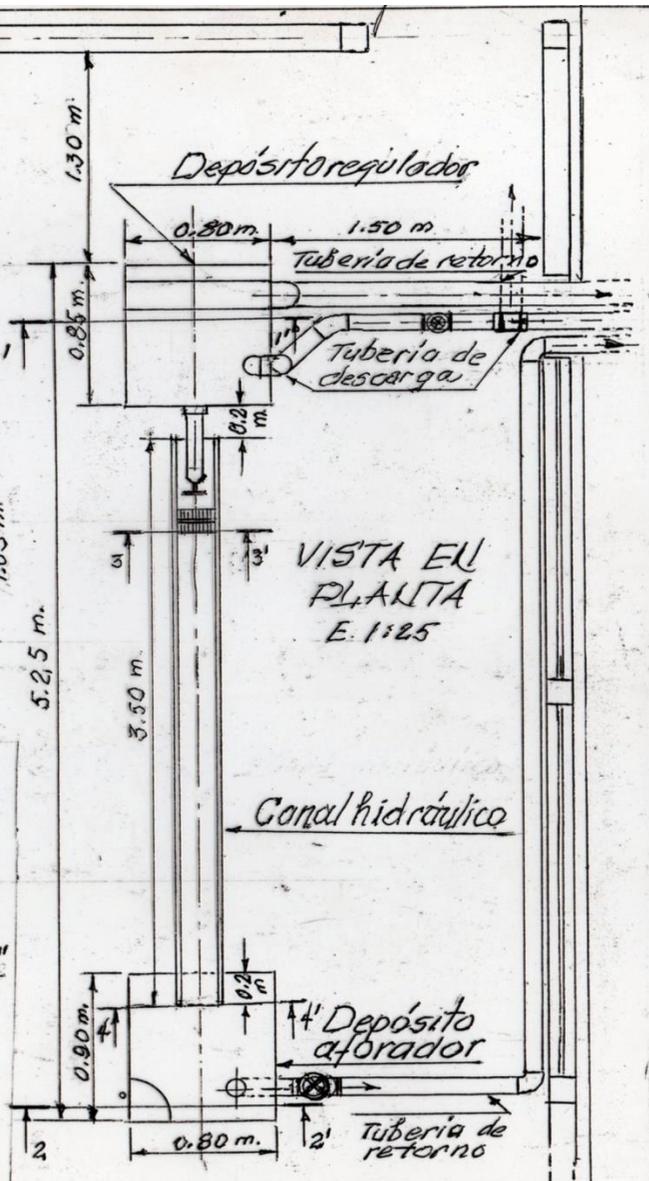
PLANOS DEL CANAL HIDRAULICO



Estabilizador del flujo, panel de: 0.025×0.025 - E 1:10

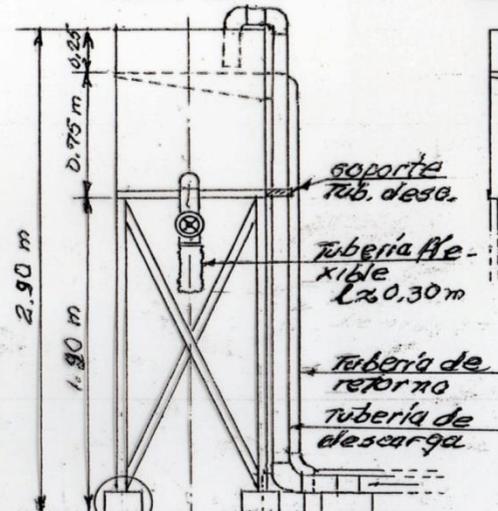


Vista frontal del canal hidráulico - E 1:10

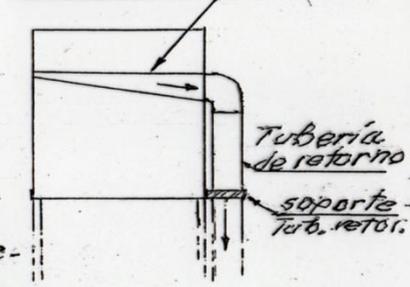


MODULO: CANAL HIDRAULICO
 DIBUJADO POR: M^gc. Emilio Marrero G PLANO N° 1

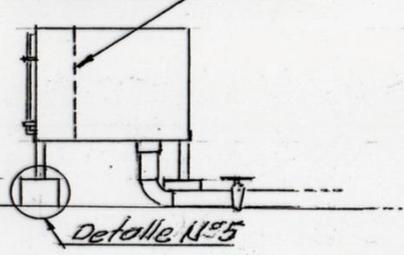
VISTA FRONTAL DEL DEPOSITO REGULADOR E 1:25



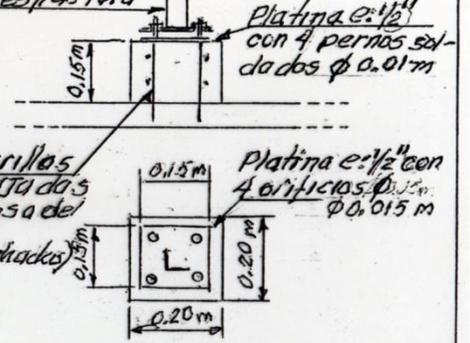
SECCION: 1-1' E 1:25
Vista lateral del estabilizador de nivel



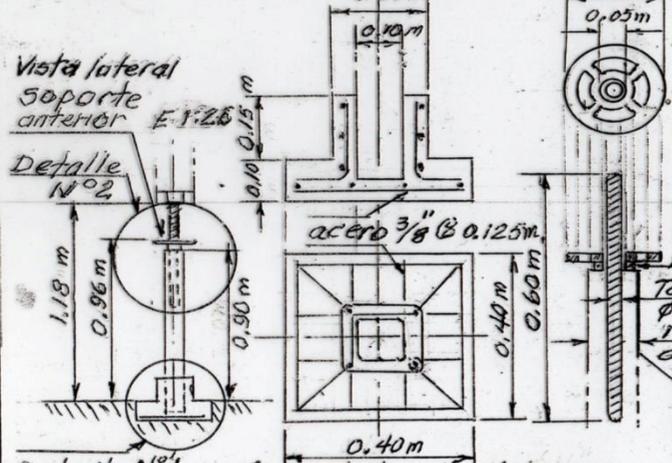
SECCION: 2-2' E 1:25
Reductor del efecto de turbulencia en el tubo piezom.



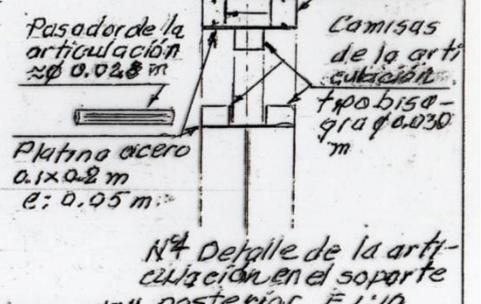
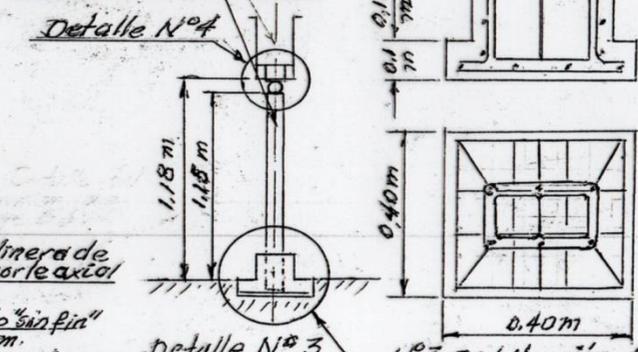
N°5-Planta y sección de los apoyos de los depósitos E 1:10
Angular de la estructura



Detalle N°5



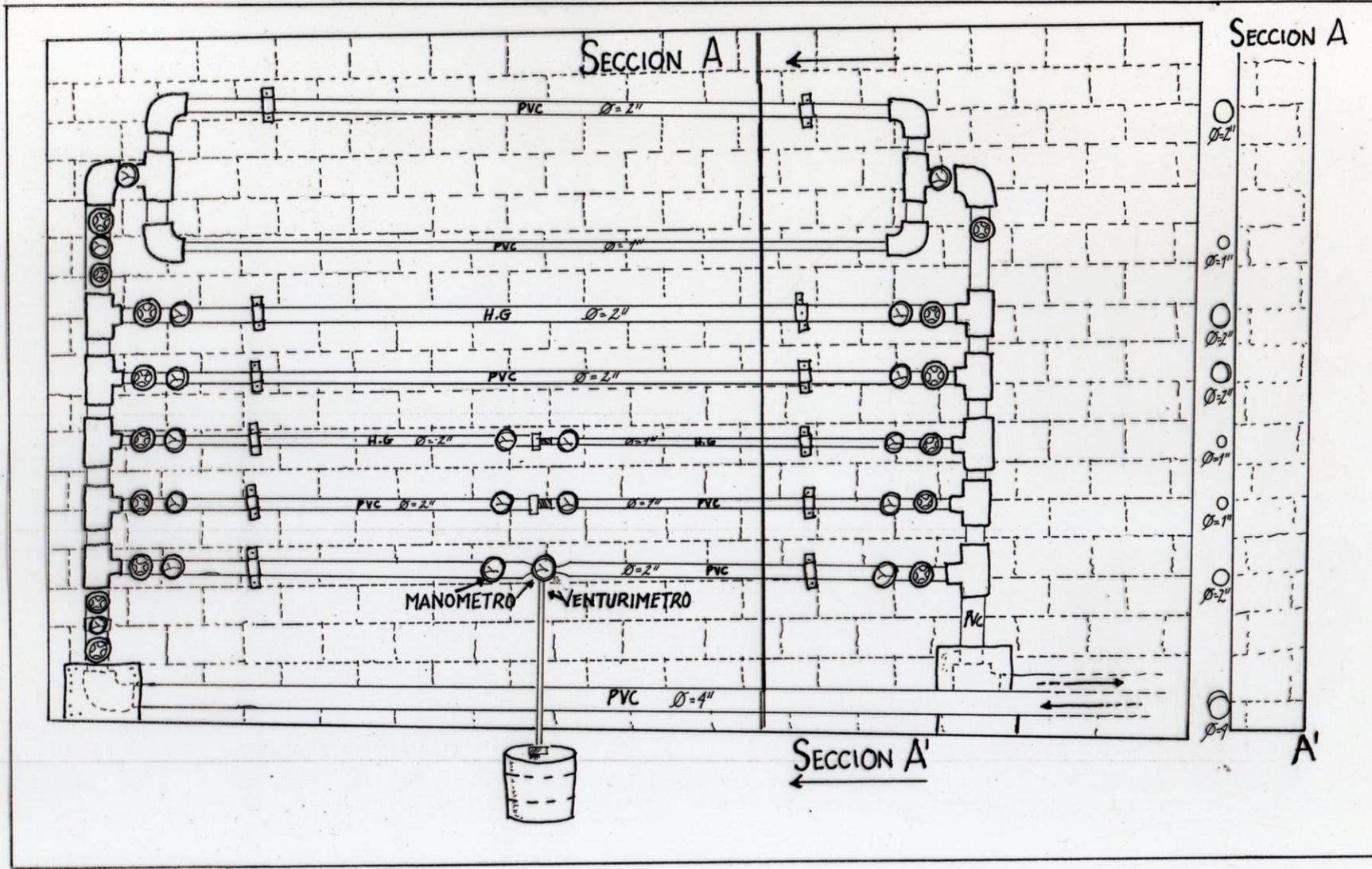
Vista frontal y sección del soporte posterior E 1:25
Vista lateral del soporte posterior E 1:25



Detalle N°1
N°1 Distribución del acero φ 3/8" en la base soporte anterior E 1:10

MODULO: CANAL HIDRAULICO
DIBUJADO POR: MSc. Emilio Marrero G. Plano: 2
REVISADO POR: MSc. Emilio Marrero G. 12-13-2013

**MODULO DE
CONDUCCIÓN
FORZADA**



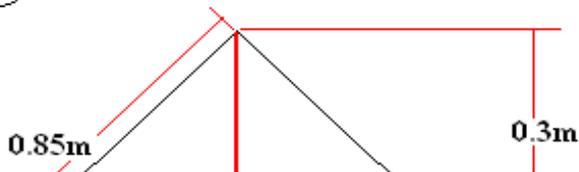
Titulo: Modulo de Conduccion Forzada.		
Dibujado: Ing. Castillo C.	Dpto. de Ing. Agrícola.	Fecha: 21/11/2013
Reviso: Ing. MSc. Marrero.	UNA	Escala: 1/5

**CALCULO HIDRAULICO
Y
ESTRUCTURAL DEL
LABORATORIO
DE RIEGO E
HIDRAULICA**

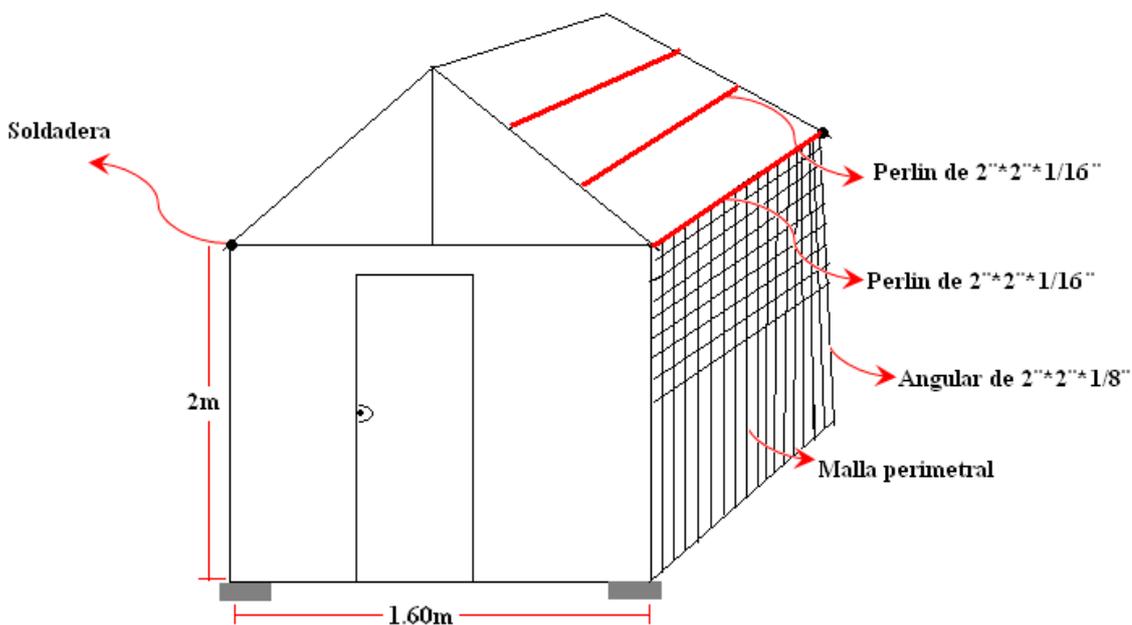
① La Bomba



② Vista de frente de la caseta



③ Vista en perspectiva de la Caseta



1.2.1. Calculo de los materiales para el piso de concreto de la caseta de la bomba

$$V = A * h \rightarrow V = 2.4m^2 * 0.1m \rightarrow V = 0.24m^3$$

$$Cemento = \frac{0.24m^3}{6*0.8} = 0.05m^3$$

$$Cemento = 0.05m^3 * \frac{1600Kg}{m^3} \rightarrow Cemento = 80Kg$$

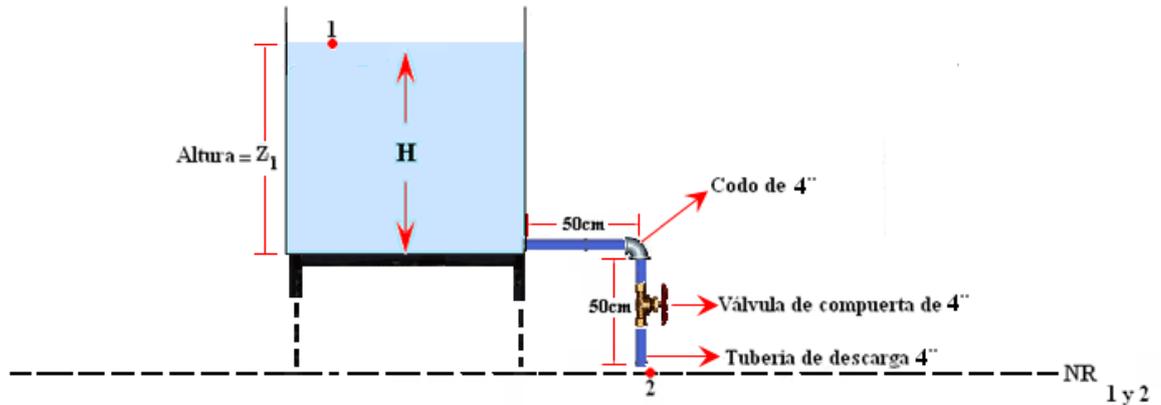
$$Arena = 0.05m^3 * \frac{1700Kg}{m^3} \rightarrow Arena = 9.52Kg$$

$$Piedrín = 0.05m^3 * 3 * \frac{1700Kg}{m^3} \rightarrow Piedrín = 14.28Kg$$

b. Varilla de hierro de 3/8''

$$N^{\circ} \text{ de Varillas} = 1.60 * 9 + 2.4m = \frac{16.8}{6} = 3 \text{ varillas de } \frac{3}{8}''$$

Depósito Regulador del Canal Hidráulico



1.3. Cálculo de la tubería de descarga

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum hf$$

$$Z = H = \frac{V^2}{2g} + \sum hf ; \text{ Pero } \sum hf = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} + \sum k \frac{V^2}{2g}$$

$$H = \frac{V^2}{2g} + \sum k \frac{V^2}{2g} + f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad K_{\text{Codo}} = 3$$

$$\text{Si } V = \frac{1.5m}{s} \quad Q = 20H/S$$

$$D = \sqrt{\frac{u \cdot 0.02}{\pi \cdot 1.5}} \Rightarrow D = 130mm, \text{ se asume } 6''$$

$$Q = A * V \Rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02m^3}{0.018m^2} \Rightarrow V = 1.11m/s$$

a. Cálculo de las pérdidas locales

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{(1.11)^2}{2 * 9.8} = 0.062m$$

Dónde:

El valor de K

$$K_{\text{codo}} = 3$$

$$K_{\text{entrada tubería}} = 1$$

$$K_{\text{válvula de compuerta}} = 5$$

$$\text{Pérdidas locales} = hf = \sum k * \frac{V^2}{2g}$$

$$hf_{\text{locales}} = (3 + 1 + 5) * \frac{(1.11)^2}{2 * 9.8} = 9 * 0.062 = hf_{\text{locales}} = 0.558\text{m}$$

b. Calculo de las perdidas por fricción

$$Re = \frac{V * D}{\nu} = Re = \frac{1.11 * 0.152}{0.0101 * 10^{-4} m^2 * s^{-1}} = Re = 167,049.505 \text{ Régimen turbulento}$$

$$f = \frac{0.316\text{m}}{1167,049.5051^{0.25}} = f = 0.016$$

$$h_{\text{fricción}} = f * \frac{\alpha}{D} * \frac{V^2}{2g} = 0.016 * \frac{0.5\text{m}}{0.152} * 0.062\text{m} \Rightarrow hf = 0.0033\text{m}$$

$$H = \frac{V^2}{2g} + \frac{\sum k * V^2}{2g} + f * \frac{\alpha}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$H = 0.558\text{m} + 0.062\text{m} + 0.0033\text{m}$$

$$H = 0.6233\text{mca}$$

Nota: La altura total del depósito regulador es de 1m, con una carga efectiva de 0.75m. Generando 0.15m por la tubería de retorno y 0.10m de seguridad en el caso del desbordamiento.

c. Calculo de la tubería de retorno del depósito aforador

La tubería de retorno de este depósito descarga en el tanque de almacenamiento. La tubería de retorno tendrá una capacidad de evacuar un gasto igual al que entrega el depósito regulador ya mencionada; por lo tanto deberá descargar 20 Litros* seg⁻¹.

O bomba = 20 Litros* seg⁻¹, Suponiendo una velocidad V= 1.5m*seg⁻¹

$$D = \sqrt{\frac{H * Q}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{410.021}{\pi * 1 * 5}} \Rightarrow D = \text{Bomby se asumen un de metro}$$

De 6" (seis pulgadas)

$$\text{La nueva velocidad de descarga será } V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02}{0.018} = 0.11\text{m/ Seg}$$

1.3.1. Calculo estructural de la torre y depósito

a. Peso de las columnas [W]: Angular de 2" * 2" * 1/8"

$$r = \frac{W}{V} \rightarrow W = R * V$$

$$V = A * h = (2" + 2" * 1) \left(4 \text{ columnas} * \frac{1}{8} \right) \rightarrow V = 0.003741928\text{m}^3$$

$$W = 0.003741928\text{m}^3 * \frac{7850\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow W_{\text{Columna}} = 29.371\text{kg}$$

b. Peso del marco de soporte donde irá sentado el tanque

$$V = \left[(3.3\text{m} * 2) * \left(\frac{1}{8} \right) * \left(0.85\text{m} * \frac{1}{8} \right) * (2" + 2") \right]$$

$$V = \left[(3.3M * 2) * \left(\frac{1}{8}\right) * (2'' + 2'') + \left(0.85m * \frac{1}{8}\right) * (2'' + 2'') \right]$$

$$V = 0.002403221m^3 * \frac{7850 \text{ Kg}}{m^3} = 18.87\text{Kg}$$

c. Peso de las diagonales (Reforzamiento)

$$V = (2'' + 2'') * \left(\frac{1}{8}\right) * (2.08m) * 8\text{angulares}$$

$$V = 0.00536773m^3 * \frac{7850\text{Kg}}{m^3} = 42.14\text{Kg}$$

d. Calculo del peso del depósito regulador

$$V = (0.85m * 1m * 0.003175 * 2) + (0.80m + 1m * 0.03175 * 2 + (0.85 * 0.80 * 0.003175))$$

$$V = 0.0126365m^3$$

$$W = 0.0126365m^3 * \frac{7850\text{Kg}}{m^3} = 99.20\text{Kg}$$

e. Peso total de la torre para depósito regulador

$$W_{Total} = 29.37\text{Kg} + 18.87 \text{ Kg} + 42.14\text{Kg} + 99.20 \text{ Kg}$$

$$W_{Total} = 189.58\text{Kg}$$

f. Peso de agua: Carga constante del depósito regulador

$$\gamma = \frac{W}{V} \rightarrow V = A * h \therefore W = A * H * \gamma$$

$$W = 0.85 * 0.80 * 1 * 1000 \frac{\text{Kg}}{m^3} = 680\text{Kg}$$

g. Peso total de la estructura con el depósito lleno de agua

$$W_{Total} = 189.58\text{Kg} + 680\text{Kg} = 869.58\text{Kg}$$

Nota: Se un 15% por carga sísmica

$$0.15 * 869.58 = \text{Carga sistematica} = 130.437\text{Kg}$$

$$W_{Total} = 869.58\text{Kg} + 130.437 \text{ Kg} \rightarrow W_{Total} = 1000\text{Kg}$$

h. Calculo de área de contacto de acero

$$A = (2'' + 2'') * \left(\frac{1}{8}\right)$$

$$A = 0.1016m * 0.003175m$$

$$A = 0.00032258m^2 * \left| \frac{10,000cm^2}{1m^2} \right| \rightarrow A = 3.23m^2$$

i. Peso de la carga de toda la estructura

$$W = \frac{1000}{4} \rightarrow W = 250\text{Kg}$$

Resistencia de acero = 1050Kg/cm²

$$\frac{1050\text{Kg}}{X} = \frac{1\text{cm}^2}{3.23\text{cm}^2}$$

$$X = \frac{1050\text{Kg} \cdot 3.23\text{cm}^2}{1\text{cm}^2} = 3,391\text{Kg}$$

Nota: Los angulares son capaces de soportar toda la estructura con el tanque lleno de agua

2. Modulo del canal hidráulico

1. Parámetro geométrico e hidráulico del canal

a. Dimensiones del canal

$$b = 0.2\text{m}$$

$$h = 0.40\text{m}$$

$$A = b \cdot h$$

$$A = 0.2\text{m} \cdot 0.4\text{m} = 0.08\text{m}^2$$

$$P = b + 2h$$

$$P = 0.2 + 2(0.4)$$

$$P = 1\text{m}$$

$$R = A/P = 0.08\text{m}^2/1\text{m} = 0.08\text{m}$$

2. Calculo de la elevación máxima que se le dará al canal por medio del tornillo sin fin en la variación de pendiente

$$Q = \frac{A}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Calculo de la pendiente crítica

$$S = \frac{h_c}{d}$$

Dónde:

h_c : Tirante critico que tendrá el canal al trabajar bajo pendiente crítica

d: La distancia del canal que es 3.5m en total

S: Pendiente critica

3. Calculo del gasto unitario

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{0.02}{0.2} = 0.1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

4. Cálculo del tirante crítico h_c

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(0.1)^2}{9.8}} \rightarrow h_c = 10 \text{ cm}$$

4. Pendiente crítica

$$S = \sqrt{\frac{Q \cdot n}{A \cdot R^{2/3}}} = \sqrt{\frac{0.02 \cdot 0.017}{0.08 \cdot (0.08^{0.67})}} = \sqrt{\frac{0.00034}{0.0148}} = 0.15 \text{ m/m}$$

5. Cálculo de la altura máxima que se podrá levantar el canal por medio del tornillo sin fin

$$S = \frac{h_c}{d} = h = s \cdot d$$

$$h = \left(\frac{0.15 \text{ m}}{\text{m}}\right) (3.5) \rightarrow h = 0.52 = 0.5 \text{ m}$$

6. Cálculo de la estructura del canal hidráulico y su estructura de apoyo

1. Peso del vidrio

$$A = B \cdot h$$

$$A = 1 \text{ m} \cdot 0.005 \text{ m} = 0.005 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Vidrio}} = 0.4 \cdot 3 \cdot 0.05 \cdot 2$$

$$A_{\text{Vidrio}} = 0.12 \text{ m}^3$$

$$W_{\text{Vidrio}} = 0.12 \text{ m}^3 \cdot \frac{1200 \text{ Kg}}{\text{m}^3} \rightarrow W_{\text{Vidrio}} = 144 \text{ Kg}$$

2. Láminas de soporte de la estructura de perlines y canal

$$A = a \cdot b \cdot h$$

$$A = 0.2 \text{ m} \cdot 0.2 \text{ m} \cdot 0.003175 \cdot 2 = 0.000254 \text{ m}^3$$

$$W = 0.000254 \text{ m}^3 \cdot 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \rightarrow W = 2 \text{ Kg}$$

3. Peso de los pelines de la caja que soportaran al canal

$$E = \frac{1}{16} = 0.0015875 \text{ m}$$

$$V = [(3.5 \text{ m} \cdot 0.07620 \text{ m} \cdot 2) + (3.5 \text{ m} \cdot 0.05080 \cdot 2)] \cdot 0.0015875 \text{ m} \cdot 2$$

$$V = 0.00141 \text{ m}^3 = 0.0028 \text{ m}^3 \rightarrow W = 0.00141 \text{ m}^3 \cdot 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \rightarrow W = 22.15 \text{ Kg}$$

4. Cálculo de peso bases (Cajas de pelines) base de la estructura

3 Cajas de 4" * 4" con pelines de 1/16" de espesor

$$V = (1.40 \text{ m} \cdot 0.1018 \text{ m} \cdot 4) \cdot 0.0015875 \text{ m} \cdot 3$$

$$V = 0.00270m^3$$

$$W = 0.0027m^3 * \frac{7850Kg}{m^3} \rightarrow W = 21.195 Kg$$

5. Peso de los angulares de refuerzo del canal

$$4 \text{ Angulares} = 1'' * 1'' \text{ DE } 1/8''$$

$$V = (0.05080m * 3.5 * 0.003175m * 4 \text{ pelines})$$

$$V = 0.00225m^3$$

$$W = 0.00225m^3 * \frac{7850Kg}{m^3} \rightarrow W = 17.72Kg$$

7. Calculo del peso de las láminas de refuerzo

$$\begin{array}{lll} \text{Laminas} = 6 & \text{Ancho} = 5\text{cm} & E=1/8'' \\ & \text{Altura} = 0.5\text{m} & \end{array}$$

$$V = 0.5m * 6 * 0.003175m * 0.05$$

$$V = 0.000476m^3$$

$$W = 0.000476m^3 * \frac{7850Kg}{m^3} \rightarrow W = 3.73Kg$$

8. Peso de las láminas – Fondo del canal

$$V = 3.5 * 0.2 * 0.003175m \rightarrow V = 0.0022m^3$$

$$W = 0.0022m^3 * \frac{7850Kg}{m^3} \rightarrow W = 17.44Kg$$

Peso del agua

$$V = 0.2m * 0.4m * 3.5m \rightarrow V = 0.28m^3$$

$$W = 0.28m^3 * \frac{1000Kg}{m^3} \rightarrow W = 280Kg$$

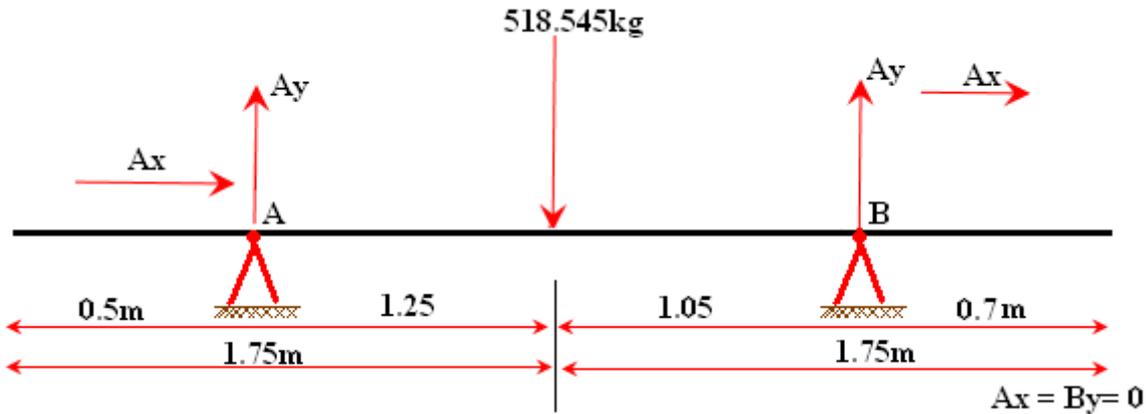
9. Calculo del peso total de la estructura

$$W_{Total} = 144kg + 2kg + 22.15kg + 21.195kg + 17.72kg + 3.73kg + 17.44kg + 9.96kg + 280kg$$

$$W_{Total} = 518.545kg$$

Análisis de los es fuerza de la estructura

Canal en posición horizontal



$$\begin{aligned} \sum Fy &= \\ 0 & Ay + \\ & \beta y = \end{aligned}$$

518.545Kg

$$\sum MA = 0 - 518.545kg * 1.05 + \beta y * 2.30 = 0$$

$$-648.18 = -\beta * 2.30 \rightarrow \beta y = \frac{-648.18}{-2.30} \rightarrow \beta y = 281.82kg$$

$$Ay = 518.545kg - 281.82kg \rightarrow Ay = 236.725Kg$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \therefore A = \frac{P}{\sigma} \rightarrow A = \frac{281.82kg}{1050 \frac{kg}{cm^2}} \rightarrow A_1 = 0.27cm^2 \rightarrow \text{Área requerida en la zona } A_1. \text{ Anterior}$$

$$A_2 = \frac{236.725Kg}{1052 \frac{kg}{cm^2}} \rightarrow A_2 = 0.23cm^2 \rightarrow \text{Área requerida zona } A_2. \text{ Posterior}$$

Área de concreto de la estructura propuesta

Caja de perlines 4" * 2" y E = 1/16"

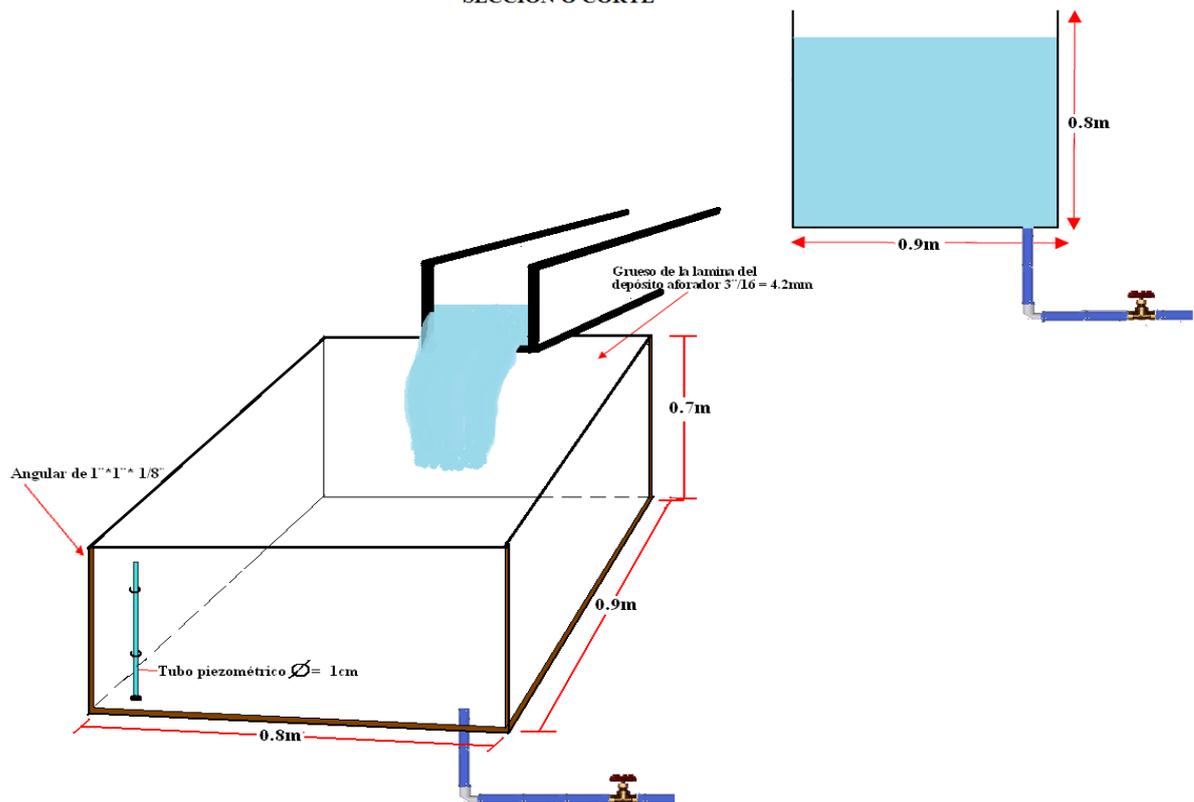
$$A_c = (0.1016m * 0.001587m * 4) \rightarrow A_c = 0.000645m^2 * \frac{1000cm^2}{1m^2}$$

$$A_c = 6.45cm^2$$

Conclusión: El área mínima requerida es 0.23cm² y 0.27cm², en el soporte delantero y posterior, por lo que la estructura propuesta de caja de perlines de 4" * 4" con área de 6.45cm², soporta la estructura.

10. Calculo de las dimensiones del depósito de aforo

SECCIÓN O CORTE



El depósito tendrá forma rectangular

$$Q = \frac{V}{t} \quad V = A * h,$$

Dónde:

h: Altura de depósito aforador

t: tiempo

De modo que el estudiante pueda medir con el cronómetro como mínimo dos repeticiones de 10seg, suponiendo que el gasto que pasara por el canal en ese intervalo de tiempo sea de $0.02m^3/s$.

Se supondrá $t = 25s$, de modo que el estudiante pueda hacer dos mediciones es de 10s cada una, para que pueda sacar un promedio del tiempo.

$$Q = \frac{V}{t} = V = Q * t$$

$$V = 0.02 * 25s = V = 0.5m^{-3}$$

Suponiendo un ancho $a = 0.80m$ y un largo $b = 0.9m$, calcular $h = ?$

$$V = A * h \Rightarrow V = 0.80 * 0.9 * 0.7 = 0.50m^3$$

Entonces $h = 0.7m$, para $t = 25s$ de tiempo de llenado para hacer aproximadamente las mediciones de 10s

11. Cálculo de la estructura del depósito aforador

$$V = 1.30 (4'') * (4 \text{ angulares}) * \left(\frac{1}{8}''\right)$$

$$V = 0.001677m^3$$

$$W = r * V$$

$$w = 0.001677m^3 * \frac{7850Kg}{m^3} \rightarrow W = 13.46Kg$$

Angulares en posición de viga donde se pondrá el tanque

$$V = (3.3 * 2) * (4) * (1/8") \rightarrow V = 0.002129m^3$$

$$W = 0.002129m^3 * \frac{7850Kg}{m^3} \rightarrow W = 16.71Kg$$

12. Cálculo de peso da depósito vacío

$$V = (0.80 * 0.75 * 0.03175 * 2) + (0.90 * 0.75 * 0.003175 * 2) + (0.90 * 0.80 * 0.0031751)$$

$$V = (0.003811 + 0.004286) + (0.002286)$$

$$V = 0.010382m^3 \rightarrow W = 0.010382m^3 * \frac{7850Kg}{m^3} \rightarrow W = 81.49Kg$$

13. Cálculo del peso del agua

$$W = r * V$$

$$W = (0.504m^3) \left(1000 \frac{kg}{m^3}\right) \rightarrow W = 504Kg$$

Carga total que soportara la estructura

$$W = 13.16 + 17.71 + 504 + 15\% \rightarrow \text{Por carga de sismo}$$

$$W = 533.81$$

$$W_{Sismo} = 0.15 * 533.81$$

$$W_{Sismo} = 80Kg$$

$$W_{Total} = 533.81 + 80 \rightarrow W_{Total} = 613.81Kg$$

Carga que soportará cada columna (Angulares de 2" * 2" * 1/8")

$$W_{Columna} = \frac{613.81Kg}{4} = 133.45Kg$$

Área de contacto de acero

$$A = 4" * (1/8") \rightarrow A = 0.14016 * 0.003175 \rightarrow A = 3.23cm^2$$

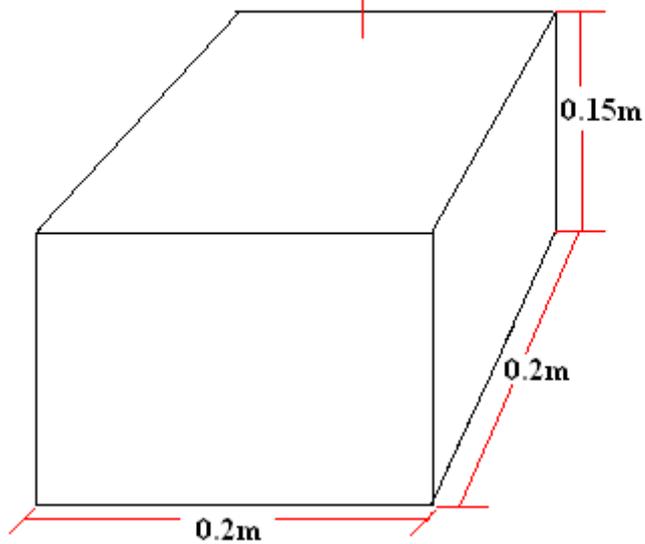
$$\text{Resistencia del acero} = 1050Kg/cm^2$$

Los angulares de 2 " * 2 " 1/8" son capaces de soportar la estructura con el tanque lleno

13. Calculo de volumen (Arena, cemento y pedrín para las base de los depósitos aforador y control.-

➤ **Depósito control**

Base para la torre del depósito de control



$$V = A * h = 0.2m * 0.2m * 0.15m$$

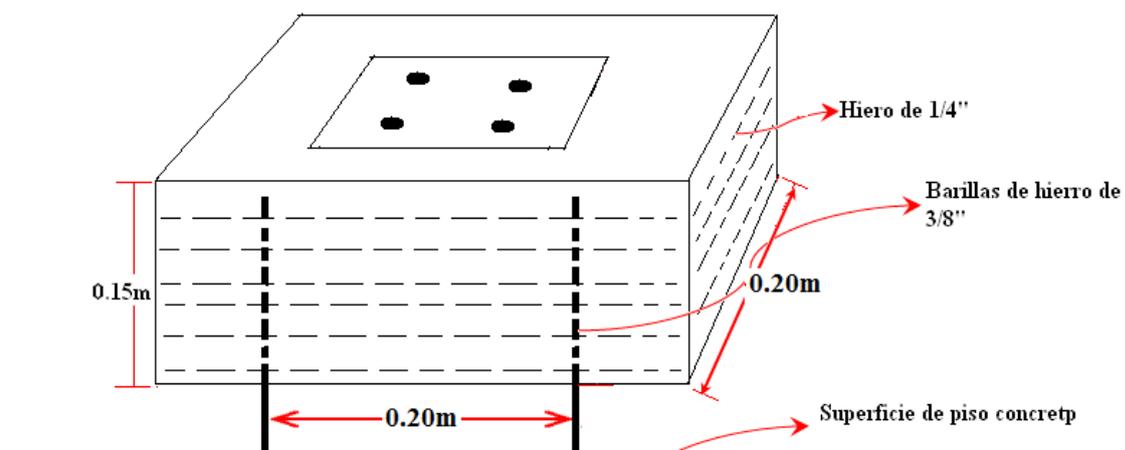
$$V = 0.006m^3 * 4 \rightarrow V_{Total} = 0.024m^3$$

$$Cemento = \frac{0.024}{(1+2+3)*p} = \frac{0.024}{6*0.8} = 0.005m^3$$

$$0.005m^3 * \frac{1600Kg}{m^3} = 8Kg$$

$$Arena = 0.005m^3 * 2 = 0.01m^3 * \frac{1700Kg}{m^3} = 17Kg$$

$$Piedrín = 0.05m^3 * 3 = 0.15m^3 * \frac{1700Kg}{m^3} = 25.5Kg$$



➤ Depósito aforador

$$V = A * h = 0.15m * 0.15m * 0.15m = 0.0135m^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{V}{(1+2+3)} = \frac{0.0135m^3}{6*0.8} = 0.028m^3$$

$$\text{Cemento} = 0.028m^3 * \frac{160Kg}{m^3} = 4.48Kg$$

$$\text{Arena} = 0.028m^3 * 2 = 0.056m^3 * \frac{1700Kg}{m^3} = 9.52Kg$$

$$\text{Piedrín} = 0.028m^3 * 3 = 0.084m^3 * \frac{1700Kg}{m^3} = 14.28Kg$$

3. Módulo de conducción forzadas

Carga en el sistema

1. Perdida de carga supuesta = 5m

$$Q_1 = \left[\frac{5 * (1.40^{2.852}) * (0.051^{4.87})}{10.67 * 3} \right]^{1/1.852} = 0.000587m^3 * S^{-1} = 0.587L * S^{-1}$$

$$Q_2 = \left[\frac{5 * (1.40^{1.852}) * (0.025^{4.87})}{10.67 * 3} \right]^{1/1.852} = 0.0000949m^3 * S^{-1} = 0.0949L * S^{-1}$$

$$Q_t = 0.6819L * S^{-1}$$

$$0.6819 \text{ ----- } 100\%$$

$$0.587 \quad \quad \quad X$$

$$X = \frac{0.587 * 100\%}{0.6819} \rightarrow X = 86\%$$

$$0.6819 \text{ ----- } 100\%$$

$$0.0949 \quad \quad \quad X$$

$$X = \frac{0.0949 * 100\%}{0.6819} \rightarrow X = 13.92\%$$

$$Q_1 = 20l * S^{-1} * 0.86 = 17.2L * S^{-1}$$

$$Q_2 = 20l * S^{-1} * 0.1392 = 2.784L * S^{-1}$$

2. Calcular las pérdidas de carga reales

$$hf = \frac{10.67}{(140^{1.852})} * \frac{(0.0172^{1.852})}{(0.051^{4.87})} * 3 \rightarrow hf = 3.60m$$

3. Carga total en el sistema

$$H = 4.51 + 3.60m \rightarrow H = 8.11m$$

4. Perdidas en la succión

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02}{\pi * \frac{(0.1016^2)}{4}} \rightarrow V = 2.46m * S^{-1}$$

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{(2.46^2)}{19.6} = 0.31m$$

$$R_c = \frac{V*D}{25} = \frac{(2.46)(0.1016)}{0.0101*10^{-4}} \rightarrow R_c = 247,461.3861$$

$$F = \frac{0.3164}{(247,461.3861)^{0.25}} \rightarrow F = 0.01418$$

$$h_{fs} = (0.01418) * \frac{2.19}{0.1016} * 0.311 \rightarrow h_{fs} = 0.094m$$

5. Perdidas en la descarga

$$H = 0.094m + 1.69m + 0.42m + +2.25m$$

$$H = 4.51m$$

Perdidas locales

$$h_{locales} = 0.1 * 0.514$$

$$h_{locales} = 0.514$$

6. Potencia de la Bomba

$$N = \frac{Q*H}{76 * n} = \frac{20*8.11}{76*0.70} \rightarrow N = 3HP$$