

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**CONSTRUCCION DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION
DE AGUAS NEGRAS EN LA CIUDAD DE DURANGO DGO.**

U N I C O



T R A B A J O
Que para obtener el título de:
I N G E N I E R O C I V I L
presenta el pasante sr.
R O D O L F O J A B A L E R A O L I V A S



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. A. M.



CONSTRUCCION DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION
DE AGUAS NEGRAS EN LA CIUDAD DE DURANGO DGO.

UNICO

TESIS PROFESIONAL

RODOLFO JABALERA OLIVAS

México, D. F.

1970

A la memoria de mi Padre

Sr. RODOLFO JABALERA MEDINA

Como un homenaje póstumo

Con cariño y respeto

A mi madre

Sra. OTILA OLIVAS VDA. DE JABALERA

A mi esposa

TERE

A mis hermanos

A mis hijos:

Rodolfo Arturo

Gustavo Adolfo

Pedro Gregorio

Con amor

Agradezco a:

Ing. Guillermo Alvarez De La Cadena

Cia. C.C.Y.P.S.A.

Su valiosa Colaboración



Universidad Nacional
Autónoma de
México

FACULTAD DE INGENIERIA
Depto. de Exams. Profs.
Núm. 40-
Exp. Núm. 40/214.2/1.-

Al Pasante señor Rodolfo JABALERA OLIVAS
P r e s e n t e

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el señor profesor Ingeniero Guillermo Alvarez de la Cadena, para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero CIVIL.

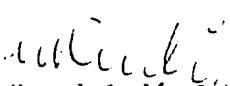
CONSTRUCCION DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACION DE
AGUAS NEGRAS EN LA CIUDAD DE DURANGO, DURANGO.


"El desarrollo del tema deberá comprender los siguientes puntos:

- I. CANALES.- De distribución, alimentadores y de descarga de aguas tratadas.
- II. ESTRUCTURAS.- En transición de emisor a canal, En derivación a canales alimentadores, Medidor Parshall.
- III. ENLAGUNAMIENTOS.- Maquinaria empleada y procedimiento constructivo.
- IV. PRESUPUESTOS.- Cantidades de Obras; Precios Unitarios y Costo Global."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 10 de Abril de 1970.
EL DIRECTOR


Ing. Manuel Paulín Ortiz


MPJ:MMO:oug

CONTENIDO

Introducción.

Datos de Proyecto

Capitulo I. Canales

I. 1. De Distribución, Alimentadores y de descarga.

Capitulo II. Estructuras.

II. 1. En transición de emisor a canal.

En derivación a canales alimentadores medidor Parshall

En cajas de entrada y en cajas de salida.

Capitulo III. 1. Maquinaria empleada, procedimiento de Construcción.

Capitulo IV. Presupuesto.

IV. 1. Cantidades de obra, precios unitarios y costo --
global.

Relación de planos.

DATOS DE PROYECTO

Población en 1960	94,757 Hab.
" de proyecto	200,000 Hab.
Aportación	300 Lts/hab./dia
Sistema	Parcialmente combinado
Eliminación	Por gravedad
Tratamiento	Lagunas de Estabilización
Vertido	Riego Auxiliar
Formulas	Aguas Negras Harmon y Manning Agua Pluviales Metodo Racional
Area Servida	1155 Ha.

GASTOS

	Aguas Negras	
	Actual	Proyecto
Minimo	165 Lts/seg	350 Lts/seg
Medio	330 "	700 "
Maximo	660 "	1400 "
Capacidad maxima de transporte		
En el emisor a lagunas		1600 Lts/seg.
	Aguas Pluviales	
	(Derivados a la acequia grande)	
Colector Marginal Izquierdo		6300 Lts/seg,
Colector Oriente		450 "

INTRODUCCION.

Las obras de alcantarillado consisten básicamente en unificar las descargas del sistema y someterlas a un tratamiento adecuado para poder usar posteriormente las aguas sin peligro para los habitantes y para los usuarios de las aguas recuperadas que las utilizan en riego de tierras de cultivo.

Gran parte de la red existente de la ciudad de Durango, fue aprovechada en el nuevo trazo de subcolectores que se dirigen de acuerdo con la topografía, hacia las márgenes de la acequia entregando sus aguas a los colectores marginales, alojados a ambos lados de la misma acequia. En la Av. Centenario y en el Paseo de las Alamedas, a la altura de la calle de Carlos León de la Peña, se unen en la margen izquierda estos colectores. En su curso hacia el oriente de la ciudad recibe por su lado derecho al colector Sur, por su lado izquierdo se unen tres subcolectores más y el colector Oriente, terminando su función colectora y prosiguiendo su curso ya como emisor.

Por necesidades topográficas el emisor tiene un tramo en sifón invertido con longitud de más de dos Kms. en tubería de 152 cm. de diámetro y se usa para cruzar la parte baja donde se aloja la acequia. Por este sifón únicamente pasan aguas negras y

una pequeña cantidad de agua pluvial la que se deriva en su mayor parte a la entrada del sifón en una estructura vertedora.

El sifón entrega sus aguas a un canal con revestimiento de concreto cuya función es la de distribuir las aguas negras en un sistema de seis LAGUNAS DE ESTABILIZACION con una superficie de embalse de aproximadamente 86 hectáreas, con una capacidad de servicio para el tratamiento de una población de 120 mil habitantes. Las aguas despues de permanecer dentro de las lagunas un mes, se colectan en un canal que recibe las descargas de las lagunas y lleva las aguas tratadas a los terrenos de cultivo.

Las tuberías instaladas y las ampliaciones de la red, subcolectores, colectores y emisor son de concreto simple con longitud aproximada de 230 kms., en diámetros de 20, 25, 30, 38, 45, y 60 cms. Para diámetros mayores de 76, 91, 107, 122, 152, y 183 cms. el material que se empleó fue de concreto reforzado.

El sistema es parcialmente combinado, por lo cual, además de su capacidad de conducción de las aguas negras, puede conducir parte de las aguas pluviales que escurren superficialmente, lo cual es una ventaja adicional. Además el sistema de alcantarillado permite el alejamiento adecuado de las aguas negras y pluviales que originaban grandes molestias pués, anteriormente las aguas negras eran vertidas hacia una acequia que atraviesa la ciudad, con las molestias que ello implicaba; utilizándolas después en riego agrícola sin la debida depuración del las mismas.

En la actualidad las aguas negras son tratadas en las-
LAGUNAS DE ESTABILIZACION cuya construcción será la base de este
temario que a continuación se desarrolla.

RODOLFO JABALERA OLIVAS

CAPITULO I. CANALES

I. 1. DE DISTRIBUCION, ALIMENTADORES Y DE DESCARGA DE AGUAS TRATADAS.

I. CANALES.

I.1. De Distribución, alimentadores y de descarga.

- a.) Excavación de canales, en seco material clase I.
- b.) Formación de bordos con materiales producto de la excavación.
- c.) Revestimiento de canales con concreto de $f'c = 140$ kgs/cm².
- d.) Acero de refuerzo para el recubrimiento de canales alimentadores.

Para la construcción del canal distribuidor se procedió primeramente a la formación de terraplenas debidamente compactados; esta operación se efectuó con dos motoescrepas DW-20, dos tractores D-846A un rodillo pata de cabra, un camión pipa de 6.00 m³ y una motoconformadora caterpillar 12 E; posteriormente se hizo la excavación a mano en material compactado anteriormente formando los bordos con el material producto de la excavación y compactados por capas no mayores de 0.05 mts. de espesor compacto a mano y equipo manual.

El drenado de las áreas limitadas entre el canal distribuidor y las lagunas de oxidación se hizo por debajo de los canales alimentadores, entre las pilas de apoyo de los mismos y lo largo de los bordos que forman las lagunas en su parte superior.

Los taludes y coronas de los bordos se afinarán con el

fin de dejarlos perfectamente presentados, se cortarón las sa---
 lientes y se dejarón las superficies en terraplen sin material -
 suelto a la vez que uniformes a reventón y libres de alabeamien-
 tos. Los materiales de desperdicio se retirarón a un banco fija-
 do por la residencia de la S.R.H.

La longitud total del canal distribuidor es de 1366.00
 ml. y empieza en la caja de salida donde termina el sifon emisor
 muy próximo a la laguna No. 1 y termina donde principia la lagu-
 na No.6, habiendose dejado preparación para que en un futuro pro-
 yecto se continue.

Su sección transversal es variable para cada una de --
 las lagunas por lo cual es conveniente exponer un cuadro repre-
 sentativo.

CANAL DISTRIBUIDOR SECCIONES TRANSVERSALES						AGUAS NEGRAS		
No. de laguna	boca	base	corona	talud	altura	Nivel máximo	nivel medio	Nivel mínimo
1	4.45	0.50	1.00	1.5:1	1.15	0.80	0.42	0.26
2	4.30	0.50	1.00	1.5:1	1.10	0.77	0.38	0.24
3	4.30	0.50	1.00	1.5:1	1.10	0.73	0.32	0.21
4	4.15	0.50	1.00	1.5:1	1.05	0.69	0.30	0.18
5	5.00	0.50	1.00	1.5:1	1.00	0.64	0.24	0.15
6	3.85	0.50	1.00	1.5:1	0.95	0.59	0.16	0.10

Datos Hidraulicos del canal Distribuidor.

TRAMO	MAX-MAXIMORUN		MAX-MAXIMORUM		Medio de Proyecto		Minimo Actual	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
1	1733	1.26	1043	1.11	417	0.88	164	0.26
2	1563	1.22	873	1.06	349	0.84	137	0.24
3	1393	1.19	703	1.00	281	0.79	110	0.21
4	1219	1.15	529	0.93	211	0.74	82	0.18
5	1045	1.12	355	0.84	141	0.66	54	0.15
6	690	1.05	173	0.69	68	0.54	26	0.10

Clave:

Q = Gasto en litros por segundo

V = Velocidad en metros por segundo.

Gastos en el canal distribuidor.

GASTOS	ACTUAL	PROYECTO	FUTURO
	L. P. S.	L. P. S.	L.P.S.
Minimo	164	209	347
Medio	327	417	693
Máximo	600	834	1386
Max-Maxi-			1733

Capacidad de depuración 85 k/h/d de D.B.O (5 dias 20°C)

Carga Biologica 60 g/h/d de D.B.O (5 dias 20°C)

Tirante en lagunas 1.20 a 1.50 ml.

Area maxima por laguna 15 Ha.

Superficie total aproximada 86 Ha.

Tiempo de retención minimo 15 dias.

El canal distribuidor tiene un tirante máximo (Q maxima-maximorum de proyecto) de 0.64 m. con pendiente de 1.2 milésimas.

Los terraplenes se compactarón a 90 % proctor. La sección del canal fue revestida de concreto simple de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 dias y de 0.10 mts. de espesor con un revenimiento de 8 a 10 cms. y con agregados maximos de $3/4''$ de diametro (1.90 cms).

Los canales alimentadores son canales de concreto con una sección de 0.40 mts. de base por 0.60 mts. en ambos lados y 0.10 cm. de espesor, van armados estructuralmente con fierro de refuerzo $f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$. Se inician en una caja compuerta situada en el borde del canal distribuidor y van hacia los bordos de las lagunas sostenidos por piletas (a cada 2.50 ml. de separación) a unas cajas de concreto de 1.20 x 1.20 armadas y situada sobre el borde de la laguna su longitud es variable. En las lagunas 1, 2 y 3 su longitud es de 6.00 ml. con una pendiente de 3.7, en la laguna No. 4 su longitud es de 68.00 ml. con pendiente de 3.7 y lleva junta de dilatación a la mitad de su longitud en la laguna No. 5 su longitud es de 71.00 ml con una pendiente de 5.1 y con junta de dilatación a la mitad de su longitud, en la laguna No. 6 su longitud es de 21.00 ml. con una pendiente de 10.9. La altura de las pilas que soportan al canal alimentador -

en cada laguna es variable de acuerdo con la topografía.

El armado de las pilas soportes es de 4 vs. del No. 3- a cada 20 cms. en su base en ambos sentidos y en sus lados el -- mismo armado solo que varia en No. de acuerdo con su altura que -- es desde 60 cms. a 1.20 mts.

El canal de descarga de las aguas ya tratadas tiene la misma sección que el canal de distribución y va revestido de concreto f'c = 140 kg/cm^2 con un espesor de 10 cms. y juntas de -- construcción a cada 30.00 ml.

Su longitud total es de 1636.00 ml. con una pendiente- de 0.8 y principia en la laguna No. 1 hacia la laguna No. 6 don- de se une en V desviandose a una alcantarilla que atravieza la - carretera federal México - Cd. Juárez y continua su curso hasta- regar sus aguas en los ejidos cercanos.

En cada una de las lagunas van dos cajas de salida con estructura de concreto de donde sale una tubería de concreto simple de 0.38 mts. y que desemboca al canal de descarga. Dicha ca- ja va provista de una compuerta Tipo Miller de 38 cms. de diáme- tro que permite la salida de aguas tratadas al canal de descarga por conducto de la tubería ya antes descrita. La longitud de es- tas líneas es de 20.00 ml. de promedio y con pendiente constante de 10 cms.

CAPITULO II. ESTRUCTURAS

**II. 1. TRANSICION DE EMISOR A CANAL,
A CANAL ALIMENTADOR, A CANALES DERI-
VADORES, MEDIDOR PARSHALL, CAJAS DE-
ENTRADA Y CAJAS DE SALIDA.**

II. 1. ESTRUCTURAS.

Transición de emisor a canal, derivación a canales alimentadores; medidor parshall; cajas de entrada y cajas de salida.

a.) Excavación en estructura, en seco, en material clase I.

b.) Relleno apisonado y compactado a mano en capas no mayores de 20 cm. de espesor suelto, con material producto de la excavación.

c.) Fabricación y colado de concreto simple de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ con impermeabilizante integral.

d.) Suministro y colocación de acero de refuerzo.

e.) Cimbra de madera por metro cuadrado de superficie de contacto.

f.) Instalación de tubería de concreto simple de 38 cms. de diámetro en las cajas de salida (De Laguna a canal de descarga).

g.) Instalación de tubería de concreto simple de 0.60-mts. de diámetro en cajas de entrada (cajas de canal alimentador a lagunas).

h.) Instalación de tubería de concreto simple de 0.20-mts. de diámetro en la transición del sifón emisor a canal de distribución.

i.) Suministro y colocación de compuertas deslizantes-

de 61 x 61 cms. y pedestal según especificaciones de la S.R.H. - (canal de distribución).

j.) Suministro y colocación de compuertas circulares - de 38 cms. de diámetro (canal de descarga).

k.) Suministro de agujas de madera de pino de primera - creosotada con sección de 5 x 5 cms. y largo según detalle, cortadas y pulidas.

l.) Perfilado en plástico para el medidor Parshall según especificaciones.

La excavación efectuada en la construcción de la estructura entre emisor y canal distribuidor se hizo a mano y hubo necesidad de hacer bombeo de achique con bomba autocebante de 76.2 cms. (3") de diámetro para mantener en condiciones de trabajo el área de construcción, el material fue clasificado como clase II y el producto de la misma excavación se utilizó para rellenar los - aproches de cada uno de los lados de la caja estructural una vez colada. El relleno y compactado se hizo a mano por capas de 0.20 mts. sueltos con la humedad óptima dando la compactación exigida por la residencia de la S.R.H.

La fabricación de concreto se hizo en obra auxiliados - por una revoladora Jager de dos sacos, motor de gasolina. Su -- resistencia fue de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ con impermeabilizante inte-- gral revenimiento de 8 a 10 cms., vibrado y curado de membranas, tamaño máximo de agregados fue 3.81 cms. (1 1/2") El tipo de aditivo impermeabilizante fue el Duro-Rock tipo 5. El agua fue aca

rreada por una pipa de 6.00 m^3 y los materiales grava, arena, cemento, aditivos etc. en un camión de redilas.

La sección de esta caja de salida fue de 4.20 de ancho por 3.80 de largo por 4.10 de altura con un registro de 80 x 80-cm. en la losa superior para entrada donde va colocada una escalera marina de solera de 2.54×0.64 (1" x 1/4") peldaños de varilla lisa de 1.91 cms. (3/4").

Hacia el lado del emisor se colo integralmente a la caja un tubo correspondiente a la sección del emisor de 1.52 mts. de diametro; hacia el lado del canal distribuidor el armado de este se ligo al armado de la caja y la parte de unión de su sección fue colada manoliticamente a la caja. En uno de sus muros longitudinales (sentido de la dirección del emisor) lleva una rejilla movable de angulo de $2.54 \times 2.54 \times 0.64$ mts. (1"x1"x1/4")- con separación a cada 10 cms. apoyada en el muro de concreto y limitada por la parte inferior de la losa superior de la caja; formando en el muro una cresta vertedora.

En el muro que queda al lado del canal de distribución lleva también una rejilla movable de angulo de $2.54 \times 2.54 \times 0.64$ mts. (1"x1"x1/4") con separaciones a cada 10 cms. Ambas rejillas van enmarcadas en angulo de $3.81 \times 3.81 \times 0.64$ mts. (1 1/2" x 1 1/2" x 1/4").

La losa de fondo fue construida sobre una plantilla de concreto simple de $f'c = 90 \text{ kg/cm}^2$ de 0.05 mts. de espesor. Las superficies interiores de las cajas se cubrieron con un impermeabilizante superficial (resina epoxica) resistente a la acción de

aguas negras.

El acero de refuerzo fue de $f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$ y fue suministrado por la obra, con la resistencia y diámetros que indicaba el proyecto ahí mismo se corto, habilito y armo. El recubrimiento del acero de refuerzo fue de 4 cms. en los muros y de 2 cms. en las losas.

Dentro del precio unitario se considero el desperdicio, alambre, soldadura, silletas etc. Se anexa el plano estructural del armado correspondiente con su planta, cortes y detalles -- (vease plano No. 3).

La cimbra de madera por metro cuadrado de superficie de contacto se habilito directamente en la obra asi como su colocación. La cimbra en muros fue retirada a los siete dias en cambio la de las losas superiores se decimbraron a los 20 dias excepto en los casos que se uso acelerante.

En la transición del canal distribuidor a la caja de salida del emisor se coloco una tuberia de concreto simple de 20 cm. de diametro con una longitud de 4.80 para usarse en gastos minimos, va colocada debajo de la base del canal. La instalación de la tubería de concreto simple de 38 cms. de diametro une las cajas de salidas de las lagunas con el canal de descarga de --- aguas tratadas.

En las lagunas 1, 2, 3, 4 y 5 se hicieron dos ramales en cada laguna con una longitud de 20.00 ml. y una pendiente de 10 cms. en cada linea. En la laguna No. 6 se hicieron dos rama--

les de 18.00 ml. y uno mas de 30.00 mil. con una pendiente uniforme los 3 de 10 cms.

La tubería de 60 cms. de diametro de concreto simple se colocó al fondo de las lagunas partiendo de la parte inferior de las cajas de entrada hacia las lagunas. Su longitud total fue de 600.00 ml. correspondiendo 100.00 ml. a cada laguna; con pendiente cero y desviadas con respecto al eje de los bordos de las lagunas.

Las compuertas deslizantes de 61 x 61 cms. se colocaron en las cajas de intersección del canal distribuidor, y el canal alimentador dichas cajas van situadas dentro de la corona de los bordos del canal. La compuerta es de fierro fundido con elevador de engrane y tuerca elevadora y chumacera de balas (vease plano No. 4) permite el paso de aguas negras del canal distribuidor al canal alimentador del medidor parshall.

En las cajas de salida de las lagunas va una compuerta circular de 38 cm. de diámetro del tipo Miller la cual accionada permite la salida de las aguas tratadas en las lagunas hacia el canal de descarga a travez de una línea de tubería de concreto simple de 38 cms. de diametro. La compuerta va en un lado de la caja de salida desde la parte superior de la caja hasta el fondo, donde se localiza la boca del tubo de 38 cms..

Su parte media ($\frac{h}{2}$) coincide con la altura maxima del nivel de aguas negras (vease plano No. 5). En el canal distribuidor donde se localiza la caja de entrada al canal alimentador, en su lado opuesto al sentido de la corriente del canal va una -

compuerta en cada caja que evita o cierra el paso de la corriente de aguas negras dentro del canal distribuidor y las encausa hacia el canal alimentador.

Estas compuertas estan formadas por agujas de pino de primera creosotadas con sección de 5 x 5 cms. que entran en unas muescas o ranuras que van en la compuerta de la caja.

El perfilado en plastico para el medidor pashall se inicia en la sección más ancha de la sección correspondiente al medidor y termina a los 2.88 mts. de longitud o sea donde nuevamente vuelve a ensancharse la sección del canal, su función es evitar la adherencia de las aguas en la pared de la sección del medidor. El medidor Parshall va situado en la parte media de los canales alimentadores.

Su descripción a grandes rasgos es la siguiente:

Se forma estrechando el ancho del canal, elevando el fondo, ó ambas cosas. La garganta debe de ser de sección transversal uniforme y de longitud suficiente.

Debera de ir situarse el aforador a corta distancia de la garganta y aguas arriba. Sirve para medir el gasto en canales abiertos y se basa en la profundidad critica es decir cuando la pendiente del canal es igual a la perdida de la carga por metro resultante del gasto a dicha profundidad.

Lleva una escala graduada para la medida de las profundidades y su nombre se debe a su inventor Sr. Parshall.

CAPITULO III. ENLAGUNAMIENTOS

**III. I. MAQUINARIA, PROCEDIMIENTO
CONSTRUCTIVO.**

III. 1. ENLAGUNAMIENTOS.

Antes de empezar a describir la maquinaria empleada es conveniente anotar que este concepto ó capitulo se divide en dos simples factores que son de mucha importancia ya que constituyen el volumen de obra más fuerte de todo el presupuesto y ellos son:

a.) Excavación en material clase I para la formación de las lagunas, acarreo del material, su tiro su tendido y compactación, formando así los bordos de las lagunas de estabilización de aguas negras.

b.) Excavación con material clase I para la formación de las lagunas, acarreo del material, su tiro en el banco de desperdicio fijado por la residencia de la S.R.H.

La compensación de volúmenes de corte y volúmenes de terraplen fue bastante equilibrada aun sin embargo no dejó de haber desperdicio tanto de la limpia y despeje como de volumen de corte sobrante para dar la rasante según los datos del proyecto.

La descripción del trabajo a grandes rasgos fue: Desmonte, desenraice, destronque y limpia de las áreas de terreno, acarreo de los desperdicios, quema de los mismos, desplante en áreas de construcción (remover la capa superficial del terreno con buldozer) formación de terraplenes que consistieron en: excavar con motoescrapa, acarreo y depósito del producto de excavación, tendido en capas no mayores de 22 cms. sueltos ó 15 cms. compactos; compactación con rodillo pata de cabra de 2 tambores tirado por un tractor D-836 A, humedad a base de pipa de 6.00 m³,

afine de corona con motoconformadora 12 E caterpillar.

A continuación describire las características de la maquinaria empleada con la idea de que se conozcan sus rendimientos, su operación su potencia etc. y después vendra la descripción del procedimiento constructivo para que finalmente pasemos al analisis de los costos basicos de maquinaria empleada y así poder calcular el precio unitario del concepto más importante del presupuesto que como antes dije es la formación de los bordos de las lagunas.

La maquinaria empleada en las construcciones de las lagunas de almacenamiento de aguas negras para su oxidación fue la siguiente:

Dos motoescrepas DW-20 de 19.5 yd³

Dos tractores caterpillar D-8 36 A

Un tractor D-4 para afine de taludes

Un rodillo compactador pata de cabra de dos tambores.

Una motoconformadora cat. No. 12E

Un camión pipa de 6.00 m³

Un camión redilas Ford.

Una camioneta Pick - up 3/4 Tn.

Características generales de cada una de ellas: Motoescrepas. Son maquinas transportadoras que a la vez tienen capacidad para excavar autocargarse, descargar y distribuir materiales terreos, realizando todas estas operaciones de acuerdo con una secuencia ordenada dentro de un ciclo cerrado de trabajo. Fundamentalmente son cajas motadas sobre ruedas neumaticas gigantes -

de baja presión dotados de una cuchilla frontal que realiza el corte en el terreno de carga introduciendo el material al interior de la caja a través de una abertura localizada sobre la cuchilla cortadora y regulada por una compuerta móvil. Son generalmente remolques excavadores montados sobre dos ruedas y remolcadas por un tractor de ruedas que forma parte integral de la unidad.

Las motoescrepas tienen su campo de aplicación en acarreo largos y localizados sobre superficies de rodamientos en buenas condiciones. Para su carga generalmente se necesita auxiliarse con un tractor empujador, durante la excavación y carga de la maquinaria.

El rendimiento teórico de una motoescrepa está dado por la ecuación siguiente:

$$R = \frac{E \times v \times 60}{C_a \times t}$$

En donde:

R = rendimiento

E = Eficiencia o rendimiento de trabajo.

V = Volumen en m³

C_a = Coeficiente de abundamiento del material

t = Tiempo de carga, acarreo, descarga, maniobras y retornos en minutos.

60 = factor representativo de una hora en min.

Tractor D-8 36 A. El empleo del tractor D-8 como empujador es muy útil durante la carga de las motoescrepas ya que au

menta la carga de las mismas y disminuye el tiempo y distancia - en que se hace la excavación y carga.

El tractor empujador al hacer contacto con el block -- trasero de la caja le imparte un empuje que se suma a la unidad-primaria de la motoescrepa. Para calcular el No. de motoescrepas que pueden ser abastecidas por un tractor empujador en forma -- afectiva y economica se usa la siguiente ecuación.

$$\text{No. de escrepas por empujador} = \frac{\text{Tpo. total Motoescrepa}}{\text{Tpo. ciclo Tractor}}$$

Se considera ciclo completo de la Motoescrepa al correspondiente a la carga, acarreo, descarga, retorno y acomodo y ciclo del tractor empujador es el tiempo empleado en empujar hasta cargar a su volumen total a la moto escrepa más el tiempo perdido en acomodados detras de la unidad siguiente. (generalmente y según la practica es de 1.5 a 2.0 minutos). El tractor D-8 ademas- de empujador se empleo en la limpia y desmonte de la superficie- de trabajo asi como escarificador, en la zona de excavación y para el jalón de la pata de cabra. La capacidad de los tractores - se determina de acuerdo con su potencia y su tamaño o peso ya -- que la potencia fija la fuerza tractiva que es capaz de desarrollar la maquina de acuerdo con las diversas velocidades; en tanto que el peso multiplicado por el coeficiente de tracción o de-adherencia fija la maxima fza. tractiva efectiva utilizable en - una cierta superficie de rodamiento independiente de la potencia desarrollada por el motor del tractor.

Es indispensable para costos de operación conocer las-

velocidades a que se trabaja ya que el rendimiento de trabajo es directamente proporcional a sus velocidades respectivas.

El tractor D-8 empleado en nuestro trabajo fue de 235-HP en motor y 185 HP en la barra con un peso aproximado de 47,290.00 Lbs. y con 6 velocidades maximas en millas por hora y dos de reversa en baja y alta. El tractor D-4 fue de 65 HP en el motor y 52 HP en la barra con un peso aproximado de 11,895 libras, de 4 velocidades maximas en millas por hora y dos de reversa en baja y alta. Se utiliza en el bandeado para compactación de taludes. Los tractores de orugas alcanzan una velocidad maxima del orden de 8 millas por hora. En el desmonte y limpia del terreno el tractor D-8 se uso como bulldozer equipado con una hoja fija llamada-cuchilla empujadora que va montada al frente del tractor y es controlada hidraulicamente.

Rodillo pata de cabra. Son tambores cilindricos huecos-que en su superficie cilindrica llevan montados piezas en forma-de picos aplanados en sus extremos que dejan una huella similar-a las de las cabras motivo por el cual se les llama patas de cabra. Los tambores van montados en un bastidor unido a una lanza-que se engancha, al tractor de orugas para ser remolcada. Estas-pezuñas actuan de abajo a arriba siendo su compactación ascendente. Su empleo es en la compactación de materiales muy cohesivos, como las arcillas. Los factores que influyen en la compactación-con rodillo pata de cabra son:

- a) La presión ejercida.
- b) El cubrimiento del rodillo

- c) El espesor de la capa compactada.
- d) El no. de pasadas del rodillo.

En las compactaciones la humedad es un factor de mucha importancia y siempre se debera de trabajar con la optima. Generalmente la humedad optima se da por especificación asi como el espesor de las capas y el no. de pasadas.

Motoconformadora No. 12 E Son maquinas para mover materiales terreos ligeros y medianos, mediante una hoja niveladora. Su uso es en acabados afinaciones, escarificaciones, tendido y nivelación de materiales en terraplen, en movimiento de terraceria, rasantes etc. Su peso aproximado es de 21,300 libras y su potencia es de 85 HP consta de 8 velocidades más dos de reversa (alta y baja).

Su rendimiento depende fundamentalmente de las velocidades a que se trabaje, asi como el número de pasadas que ejecuta para cada cierto trabajo; teoricamente se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo total} = \frac{N \times X \times D}{V \times X \times E}$$

En donde: Tiempo total en horas.

N = No. de pasadas necesarias.

D = Distancia de recorrido (en mts).

V = Velocidad con que se trabaja (km/hora)

E = Factor de rendimiento de trabajo.

N depende del tiempo de trabajo a ejecutarse y según las especificaciones La D será dada en los datos de proyecto. La V se determina según la fase de trabajo según lo especificado (escarificar, remover, mezclar, tender etc.) E en estas máquinas según experiencias obtenidas es de 0.60 aunque varía en cada obra en particular.

Camión Ford - F-600 tanque Pipa. Es un camión ligero con Motor de gasolina equipado con tanque para el acarreo de agua dentro de la zona de construcción diseñado para altas velocidades, caja de 4 velocidades, reversa dual, llantas de alta presión con poca superficie de contacto, equipados de muelles y resortes de suspensión. La capacidad del tanque pipa es de 6.00 m³. Su rendimiento depende del tiempo de acarreo completo o sea: carga del camión (extracción del agua) acarreo al sitio del destino, regreso del camión al sitio de carga; (estos dos conceptos forman el ciclo de acarreo completo) descarga del camión, viraje y acomodo en el sitio de carga.

$$\text{Tiempo de carga} = \frac{\text{Capacidad del vehiculo} \times 60 \text{ min/hora}}{\text{Gasto del hidrante ó Bomba/hora.}}$$

$$\text{Ciclo de Acarreo completo} = \frac{\text{Distancia total del recorrido completo}}{\text{Velocidad promedio del recorrido.}}$$

La velocidad promedio no es un promedio aritmético sino que se deduce de la fórmula siguiente .

$$V_m = \frac{2 \times \text{velocidad de ida por velocidad de regreso}}{\text{velocidad de ida más velocidad de regreso.}}$$

El tiempo de descargas, virajes y acomodados generalmente es fijo y depende de la capacidad del tanque pipa entre el gasto Q de la Bomba ó hidrante de carga, más el tiempo en dar vuelta para regresar y acomodo en el hidrante. Por lo general hay tablas o se determina en obra con reloj en mano.

Resumiendo podemos considerar que la suma de estos factores forman el tiempo total del ciclo de trabajo. El camión Ford - F'600 de Redilas cae dentro de las mismas definiciones que el anterior ecepto que varia en su uso ya que este se usa para acarreos de combustibles, maquinaria chica materiales de construcción, refacciones, etc.; su rendimiento varia de acuerdo con cada una de las operaciones de trabajo que efectue.

La camioneta Pick - Up F- 100 Ford es una unidad con motor de gasolina con cuatro velocidades y una de reversa, con una capacidad de carga de 3/4 de tonelada. Dicho vehiculo se empleo en el acarreo de personal (operadores, sobrestante, ayudantes, tomadores de tiempo, pagador brigada de topografia etc.) - acarreo de alimentos, compra de refacciones, etc. acarreo de alimentos, compra de refacciones, pedidos y servicio del administrativo.

Despues de haber explicado las características de la maquinaria describire brevemente el procedimiento constructivo de las lagunas.

Primeramente se nos entrego la localización y trazo correspondiente, el cual se referencio y se procedio al desmonte y limpia del terreno con el tractor D-8 en buldozer. El tipo de

monte fue de clasificación mediano. Después de la quema de desperdicios y ya desmontada y limpia el área de construcción se retrazo nuevamente, determinándose las bases de los bordos, los ceros de los taludes y las alturas de las coronas de acuerdo con los bancos fijos de nivelación.

Trazado el eje de los bordos de las lagunas se corrió una nivelación en la cual se apoyo el levantamiento de secciones transversales de toda la zona de construcción. Obtenido el perfil y las secciones y con los datos de construcción dados por la S.R.H. se empezó la excavación de las lagunas mediante la combinación de un tractor empujador y dos motoescrapas, las cuales ya cargadas, acarrean y depositan el material producto de la excavación en el lugar donde se formaran los bordos cuya base ya estaba previamente fue escarificada, mojada y compactada al 95 % con rodillo pata de cabra jalado por un tractor D-836 A. Los bordos se fueron formando por capas de 15 cms. compactos ó 22 cms. - sueltos de material arcilloso con algo de limo-arena, el acarreo de agua para compactar se hizo en tanques pipa y la humedad se fue dando primero en el lugar de la excavación y posteriormente sobre los terraplenes de los bordos, hasta lograr la óptima y facilitar el trabajo del rodillo pata de cabra. Las pruebas de compactación fueron dadas por la residencia de la S.R.H. la cual autorizaba programadamente la construcción de los bordos de tal manera que continuamente hubiera zona de tiro para tendido de material. El material producto del desmonte y limpia se acarreo a una distancia promedio de 200.00 ml. de la zona de construcción formando varios bancos de desperdicio fijados por la S.R.H. cuyo

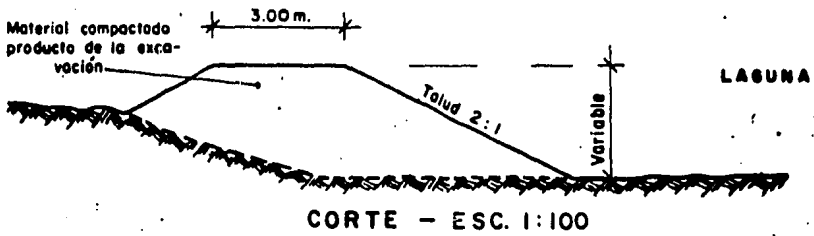
volumen en total fue de 11,300.00 m³ aproximadamente. Los taludes de los bordos se afinaban y recompactaban con un tractor D-4 que trabajaba en el sentido del talud ó sea perpendicular al eje del bordo en un plano inclinado.

La corona de los bordos fue constante de 3.00 ml de ancho, su base de 13.00 ml, su altura de 2.00 ml. con taludes de 2: 1 considerandose un nivel fijo de agua a 1.20 de altura según especificaciones. El acarreo del agua se efectuó a 10 kms. de distancia de la obra. Las motoescrepas trabajaron dentro de lo que serian las lagunas (fondos) haciendo un recorrido de acarreo y regreso en circulo pero encontradas, es decir en sentidos opuestos para aprovechar el tractor empujador y evitarle los transitos inecesarios y asi disminuirlos tiempos de carga y acarreo. La formación de los bordos se hizo en 3 meses aproximadamente con un volumen total de 122,400.00 m³ de volumen en terraplen y un volumen de 133,700.00 m³ en corte.

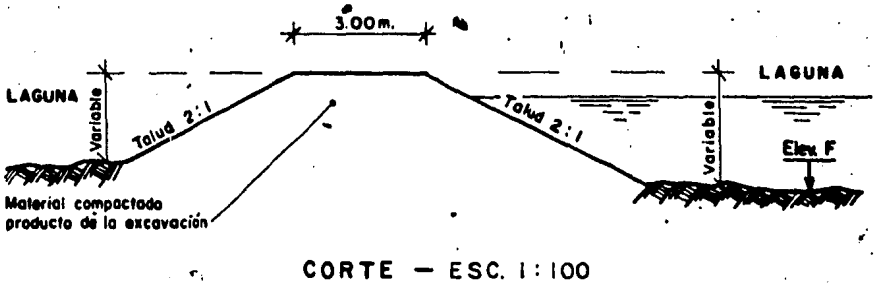
Despues de terminados los bordos las coronas fueron afinadas y se les dio el Bombeo correspondiente con la motoconformadora No. 12 E, los taludes se cubrieron con pasto sembrado sobre una capa de tierra vegetal de 10 cms. de espesor, se sembró una arbolada de casuarinas como protección. Los taludes de fondo en las lagunas fueron recubiertos con un zampeado de piedra colocado en seco.

Las lagunas construidas fueron un total de seis divididas entre si por bordos de igual sección que los exteriores. En la siguiente hoja se hace una exposición de ambos tipos de bordos.

BORDOS EXTERIORES DE LAS LAGUNAS



BORDOS INTERIORES DE LAS LAGUNAS



Ya conocidas las características de la maquinaria y el procedimiento constructivo vamos a analizar el costo básico de la maquinaria siguiente:

Motoescrepa con rendimientos de obra.
Tractor D-8 como empujador de 2 unidades.
Tractor D-8 jalando pata de cabra.
Rodillo pata de cabra.
Pipa tanque de 6.00 m³

Análisis de precio

Motoescrepa Dw-20 de 19.5 yd³ (20.50 m³)

Unidad hora-maquina

Costo de Adquisición \$ 722,439.02

Vida útil 5 años = 10,000 hs., 2,000 hs/año

Depreciación 20 %

Mantenimiento 15 %

Intereses 6 %

Total 41 %

1o. Cargos Fijos $\frac{\$ 722,439.02 \times 0.41}{2,000} = \$ 148.10$

2o. Consumos:

Diesel 36.563 Lts. a \$ 0.35 \$ 12.80

Gasolina 2.00 " a \$ 0.80 \$ 1.60

Aceite 1.177 " a \$ 4.80 \$ 5.72

Grasa 0.500 kg. a \$ 5.06 \$ 2.53

\$ 22.65

3o. llantas:

29.5 x 29-22

16.0 x 25-16

29.5 x 29-22

Precio de adquisición \$ 133,128.00

vida economica 2550 hs.

Depreciación por hora

\$193,148.00/2500 hs = 77.71

Intereses y seguro 10 % \$ 7.77

Talleres y reparaciones \$ 11.66

\$ 97.14

4o. Cables.

Consumo anual 3,000 Ml.

$\frac{3,000 \times \$ 9.50}{2,000 \text{ hs/año}} =$

\$ 14.25

5o. Operación.

Un operador

Salario ordinario \$ 50.00 x 7 dias \$ 350.00

Bonificación \$ 7.00 hora

\$ 56.00 x 6 dias \$ 336.00

Seguro Social \$ 100.43 \$ 786.43

Tiempo extra 2 hs.

\$ 25.00 x 5 dias \$ 125.00

Bonificación \$ 7.00 hora

\$ 14.00 x 5 dias \$ 70.00
195.00

Un ayudante engrasador

Salario ordinario \$ 22.00 x 7 dias
\$ 154.00
Bonificación. \$ 1.00 hora
\$ 48.00
\$ 8.00 x 6 dias
\$ 29.46
Seguro Social \$ 231.46

Tiempo extra 2 hs. \$ 55.00
\$ 11.00 x 5 dias
Bonificación \$ 1.00 horas \$ 10.00
\$ 2.00 x 5 dias \$ 9.62
Seguro Social \$ 74.62

Total \$1,287.51

Operación por hora = $\frac{\$ 1287.51 \times 52 \text{ semanas}}{2.000 \text{ hs}}$ = \$33.48

Total \$315.62

Total costo directo por hora DW-20 \$315.62

Tractor D-8 caterpillar 46 A.

Unidad hora maquina

Costo de adquisición \$ 725.319.28

Vida util 5 años = 10.000 hs; 2,000 hs/año.

Depreciación 20 %

Mantenimiento 15 %

Intereses 6 %

Total 41 %

lo. Cargos Fijos.

\$ $\frac{725,319.28 \times 0.41}{2,000}$

\$148.69

2o. Consumos.

Diesel	24.905 Lts.	a \$ 0.35	\$ 8.72	
Gasolina	1.50	" a \$ 0.80	\$ 1.20	
Aceite	0.949	" a \$ 4.86	\$ 4.61	
Grasa	0.500 kg.	a <u>\$ 5.05</u>	<u>\$ 2.53</u>	\$ 17.06

3o. Operación.

Un operador:

Salario ordinario \$ 50.00 x 7 dias
\$ 350.00

Bonificación \$ 5 h.
\$40.00 x 6 dias \$ 240.00

Seguro Social \$ 100.43 \$ 690.43

Tiempo extra 2 hs.
\$ 25.00 x 5 h. \$ 125.00

Bonificación
\$ 5.00 h. x 10 \$ 50.00 \$ 175.00

Un ayudante engrasador :

Salario ordinario
\$ 22.00 x 7 dias \$ 154.00

Bonif. \$8.00 x 5 \$ 48.00

Seguro Social \$ 29.43 \$ 231.43

Tiempo extra 2hs
11 x 5 dias \$ 55.00

Bonif. \$2.00 x 5 \$ 10.00

Seguro Social \$ 9.62 \$ 74.62
\$ 1,171.48

Operación por hora

\$1,171.48 x 52 semanas = \$30.46
2000 horas

Total costo directo por hora O-8 46 A \$196.21

Rodillo pata de cabra.

Unidad hora-maquinaria

Costo de Adquisición \$ 85,000.00

Vida util 4 años = 8,000 hs; 2,000 hs/año

Depreciación 25 %

Intereses 6.25%

Taller, Rap. y Mantenimiento 15. %

Total 46.25 %

1o. Cargos fijos.

$\frac{\$ 103,783.78 \times 0.4625}{2.000 \text{ hs}} =$ \$ 24.00

\$ 24.00

Total costo directo por hora pata de cabra \$ 24.00

Pipa Ford F-600 de 6.00 m³

A. Depreciación mensual (Renta) \$ 2,736.11

25 dias habiles al mes

$\frac{\$ 2736.11}{25} = \$ 109.44/10 \text{ hs.} =$ \$ 10.94

B. Costo por cargas agua en hidrante

\$0.20 el m³ = \$ 1.20 viaje

Acarreo promedio en 10 hs. = 15 viajes

6.00 m³ x \$ 0.20 x 15 = \$ 18.00

$\frac{\$ 18.00}{10}$ \$ 1.80

C. Operación.

Chofer sueldo base \$ 30.00 en 10 hs \$ 37.50

Bonificación por viaje \$ 1.00 x 15 viajes \$ 15.00

Ayudante de pipero sueldo base

\$ 25.00 en 10 hs.

\$ 31.25
\$ 83.75

\$ 83.75
10 hs.

\$ 8.37.

D. Lubricación y consumos.

Gasolina 60 lts. a \$ 0.81 = \$ 48.60

Aceite 1 " a \$ 5.00 = \$ 5.00

Talleres y Reparación

10 % sobre renta \$ 10.94

\$ 64.54

\$ 64.54
10 hs

= \$ 6.54
\$ 6.54

Total costo directo por hora pipa 6.00 m³ =

\$ 27.65

Teniendo ya los costos directos de la maquinaria y conociendo sus rendimientos de obra de cada una de ellas podemos calcular el precio unitario de excavación acarreo, tendido y compactado para la formación de los bordos y el precio para excavación, acarreo y tiro en el banco de desperdicio.

Rendimientos de Obra

Motoescropa DW - 20 un promedio de 232 m³/hora

Tractor D - 8 para 2 Motoescropas 460 m³/hora

Tractor D - 8 jalando pata de cabra 363.40 m³/hora

Arado pata de cabra 460. m³/ hora

Pipa tanque 6.00 m³ = 9.00 m³/ hora agua.

$$\text{Motoescropa DW-20} = \frac{\$ 315.62}{232} = \$ 1.36 \times 2 = \$ 3.72$$

$$\text{Tractor D-8 46 A} \quad \frac{\$ 196.21}{460} = \$ 0.427 \quad \underline{\$ 0.427}$$

Costo directo $\underline{\$ 3.147}$

$$\$ 3.147 + 23\% (\text{utilidad e indirectos}) = \$ 3.87 \text{ m}^3$$

Este precio se aplico a excavación acarreo desperdicios.

$$\text{Tractor D-8 46 A} \quad \frac{\$ 196.21}{363.40 \text{ m}^3} = \$ 0.54$$

$$\text{Rodillo pata de cabra} \quad \frac{\$ 24.00}{460} = \$ 0.05$$

$$\text{Agua para compactación} \quad \frac{\$ 27.65}{9.00 \text{ m}^3} = 3.07 \text{ m}^3/\text{agua}$$

Suponemos un peso volumetrico de 1,600 kg/m³
y un 18 % de agua por m³

$$\$ 3.07 \times .18 \times 1600 = \$ 0.10$$

$\underline{\$ 0.68}$

Resumen:

$$\text{Precio por excav. y acarreo} \quad \$ 3.15 \text{ m}^3$$

$$\text{" por compactación} \quad = \frac{\$ 0.68 \text{ m}^3}{\$ 3.83}$$

$$\$ 3.83 + 23\% (\text{utilidad e imprevistos}) = \$ 4.71 \text{ m}^3$$

Este precio se aplico en excavaciones, acarreo tendido y compactación para la formación de bordos en las lagunas de-

oxidación.

Conocidos ya estos precios unitarios podemos proceder en el siguiente capítulo a formular el presupuesto global de la obra.

CAPITULO IV.- PRESUPUESTO

**IV. 1.- Cantidades de obra, Precios
Unitarios y costo total.**

VI. 1.- LAGUNAS DE ESTABILIZACION

No.	CONCEPTO	Unidad	Cant.	Precio U.	Importe
I. CANALES					
<u>De Distribución</u>					
1	Formación del terraplen compactado a 90% para la formación del bordo donde se hara el canal	M ³	22,959.00	\$ 4.71	\$ 108,136.81
2	Excavación a mano en material clase I para la formación de la cubeta del canal.	M ³	2,494.00	\$ 5.71	\$ 14,240.74
3	Revestimiento de canales con concreto $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$	M ³	661.00	\$237.24	\$ 156,815.64
<u>De Alimentación</u>					
4	Cimbra de madera por metro cuadrado de superficie de contacto	M ²	380,00	\$ 23.27	\$ 8.842.60
5	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con impermeabilizante integral	M ³	96.00	\$277.84	\$ 26,672.64
6	Suministro y colocación de acero de refuerzo para el recubrimiento de los canales alimentadores	Kg.	7,610.00	\$ 3.48	\$ 26,482.80
<u>De Descarga</u>					
7	Excavación a mano en material clase I para la formación del canal	M ³	2,519.00	\$ 5.71	\$ 14,383.49
8	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ para el revestimiento de canales	M ³	615.00	\$237.24	\$ 145,902.60

II.- ESTRUCTURAS

En transición Emisor-canal

9	Excavación a mano en material clase I	M ³	187.50	\$ 5.17	\$ 969.37
10	Bombeo de achique de 3"Ø	hs	300.00	\$ 13.73	\$ 4,119.00
11	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 90 \text{ Kg/cm}^2$ en plantilla de 5 cms.- espesor	M ²	19.00	\$ 9.39	\$ 178.41
12	Cimbra de madera por metro cuadrado de sup. de contacto	M ²	97.50	\$ 23.47	\$ 2,287.32
13	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante integral	M ³	16.00	\$277.84	\$ 4,445.44
14	Suministro y colocación de acero de refuerzo	Kg	1,348.00	\$ 3.48	\$ 4,691.04
15	Impermeabilización superficial	M ²	58.50	\$ 21.34	\$ 1,248.39
16	Relleno compactado a mano	M ³	141.50	\$ 3.42	\$ 483.93
17	Fierro estructural en rejillas	Kg.	62.50	\$ 3.48	\$ 217.50
18	Tapa para registro	Pza.	1	\$113.23	\$ 113.23
19	Escalera Marina	Ml.	4.00	\$ 40.00	\$ 160.00
20	Instalación de Tubería de concreto simple de 20 cm. Ø	Ml	4.85	\$ 3.49	\$ 16.92

En Derivación a canales alimentadores.

21	Cimbra de madera por metro cuadrado de sup. de contacto	M ²	30.00	\$ 23.47	\$ 704.10
----	---	----------------	-------	----------	-----------

No.	CONCEPTO	Unidad	Cant.	PRECIO. U.	Importe
22	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 140$ Kg/cm ²	M ³	2.00	\$ 237.24	\$ 474.48
23	Suministro y colocación de acero de refuerzo	Kg.	110.00	\$ 3.48	\$ 377.80
24	Suministro y colocación de compuertas - deslizantes de 61x61 cms. y pedestal segun proyecto	Pza.	6	\$3,445.91	\$20,675.46
25	Suministro y colocación de compuertas circulares de 38 cms \emptyset	Pza.	13	\$1,039.81	\$13,517.53
26	Suministro de agujas de madera de pino de primera creosotadas con sección de 5 x 5 cm. y largo segun detalle, cortadas y pulidas	Pza.	6	\$ 18.02	\$ 108.12
27	Perfilado en plastico - para el medidor parshall segun proyecto	Pza.	6	\$ 168.26	\$ 1,009.56
<u>Medidor Parshall</u>					
28	Cimbra de madera por metro cuadrado de sup. de contacto	M ²	12,00	\$ 23.47	\$ 281.64
29	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 140$ Kg/cm ² con impermeabilizante integral.	M ³	2.00	\$ 277.84	\$ 556.68
30	Suministro y colocación de acero de refuerzo	Kg.	40.00	\$ 3.48	\$ 139.20
31	Escala para medición de gastos	Pza.	1.00	\$ 250.00	\$ 250.00
<u>Cajas de entrada a laquenas</u>					
32	Excavación a mano en material clase I	M ³	6.00	\$ 5.17	\$ 31.02

No.	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
33	Cimbrado de madera por metro cuadrado de Sup, de contacto.	M ²	150.00	\$ 23.47	\$ 3,520.50
34	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con impermeabilizante integral.	M ³	15.00	\$ 277.84	\$ 4,167.60
35	Suministro y colocación de acero de Refuerzo	Kg.	598.00	\$ 3.48	\$ 1,941.84
36	Instalación de tubería de concreto simple de 60 cms. de diametro	Ml	600.00	\$ 12.58	\$ 7,548.00
<u>Cajas de Salida Lagunas</u>					
37	Excavación a mano en material clase I en seco	M ³	13.00	\$ 5.17	\$ 67.21
38	Cimbra de madera por metro cuadrado de superficie de contacto.	M ²	429.00	\$ 23.47	\$10,068.73
39	Fabricación y colado de concreto $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ con impermeabilizante integral	M ³	39.00	\$ 277.84	\$10,835.76
40	Suministro y colocación de acero de refuerzo	Kg	1,495.00	\$ 3.84	\$ 5,303.60
41	Instalación de tubería de concreto simple de 38 cms. de diametro	Ml	260.00	\$ 6.84	\$ 1,778.40
<u>III EN LA LAGUNAMIENTOS</u>					
42	Excavación en material clase I para la formación de las lagunas, - acarreo del material, - su tiro, tendido y compactación formando los bordos de las lagunas.	M ³	122,400.00	\$ 4.71	\$576,504.00

No.	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
43	Excavación en material clase I para la formación de lagunas, acarreo del material y su tiro en el banco de desperdicio.	M ³	11,300.00	\$ 3.87	\$ 43,731.00
44	Protección de taludes con pasto sembrado sobre una capa de tierra vegetal de 10 cms.	M ²	3,400.00	\$ 10.00	\$ 34,000.00
45	Arboleado de protección - casuarinas incluyendo suministro de plantas, excavación, tierra vegetal y conservación de la misma por un periodo mínimo de un mes	Pza	350.00	\$115.00	\$ 40,250.00
46	Cuneta dren entre lagunas y canal sección triangular con taludes 1,5:1 incluyendo zampeado de piedra en seco con sección mínima de 1.50 x 0.50 m.	m1	250.00	\$ 99.20	\$ 24,800.00
47	Zampeado de piedra colocado en seco sobretaludes de fondos en lagunas	M ²	1,500.00	\$ 63.00	\$ 94,500.00
48	Conformación de la corona de los bordos con motor conformador Cat. Modelo 12 E.	hs	630.00	\$141.45	\$ 89,113.50
Total					\$1'615,146.03

RESUMEN :

I.- CANALES	\$ 501,477.40
II.- ESTRUCTURAS	\$ 110,770.13
III.- ENLAGUNAMIENTOS	\$ 1'002,898.50
TOTAL	\$ 1'615,146.03

Para dar por terminado este trabajo solo me resta decir que fue ejecutado en el año de 1965-66 mediante el contrato, No. 16-65 adjudicado por la Secretaria de Recursos Hidraulicos - a la Cfa. Constructora Construcciones, Conducciones y pavimentos S.A. en la Cd. de Durango, Dgo.

La importancia de esta obra no es por su costo sino - por su finalidad pues a la fecha, además de haberse suprimido -- totalmente las molestias y malos olores que invadian a la ciudad gran cantidad de ejidatarios se benefician con el vertido de las aguas ya tratadas que son un gran abono para sus aridas tierras.

México, D. A. Abril 18 de 1970

Rodolfo Jabalera Olivas.

RELACION DE PLANOS

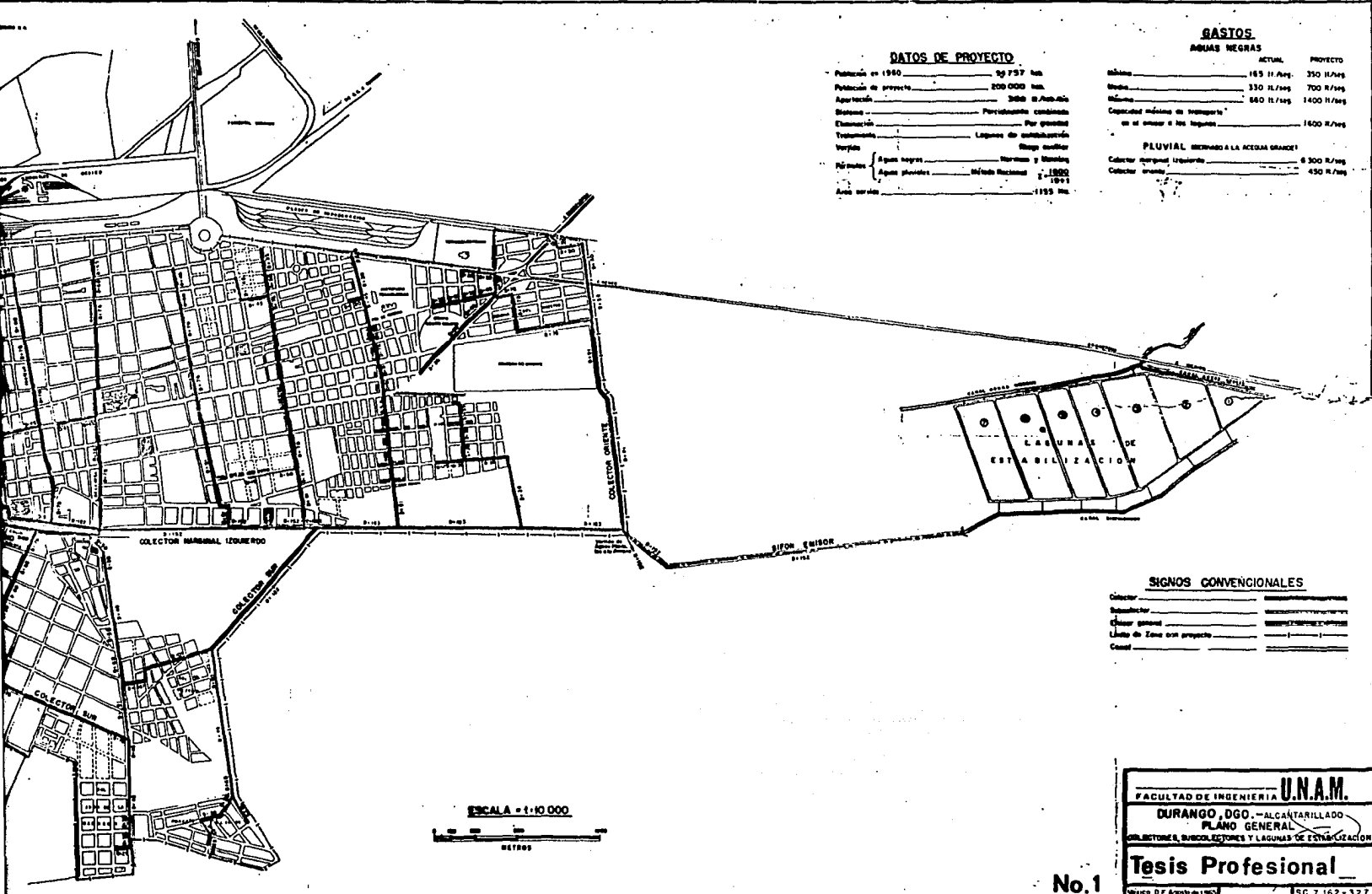
No. 1. Plano General = Alcantarillado de la Cd. de Durango. Colectores - Subcolectores y Lagunas de Estabilización.

No. 2. Plano de Lagunas de Estabilización Alcantarillado - Tratamiento de aguas negras.

No. 3. Plano Estructural - Alcantarillado sifon emisor caja de salida a canal distribuidor.

No. 4. Plano Tipo - Compuerta deslizante de 61 x 61 cms. con elevador de compuerta con volante y tuerca elevadora en chumacera de balas.

No. 5. Plano complementario-Alcantarillado- Tratamiento de aguas negras.



DATOS DE PROYECTO

Población en 1960 87 737 hab.
 Población de proyecto 200 000 hab.
 Aprovechamiento 3000 H./habitante
 Sistema Porcolectores combinados
 Clasificación Por gravedad
 Tratamiento Lagunas de estabilización
 Vertido Segu caudal
 Número Agua negra Resacas y Bimboley
Agua pluvial Método Racional 1950
 Área servida 1155 Ha.

BASTOS
AGUAS NEGRAS

	ACTUAL	PROYECTO
Habitantes	165 H./Asq.	350 H./Asq.
Medios	350 H./Asq.	700 H./Asq.
Habitantes	640 H./Asq.	1400 H./Asq.
Capacidad máxima de tratamiento en el sistema a los 10 años		1600 H./Asq.

PLUVIAL (SERVIDO A LA ACCION GRANDE)

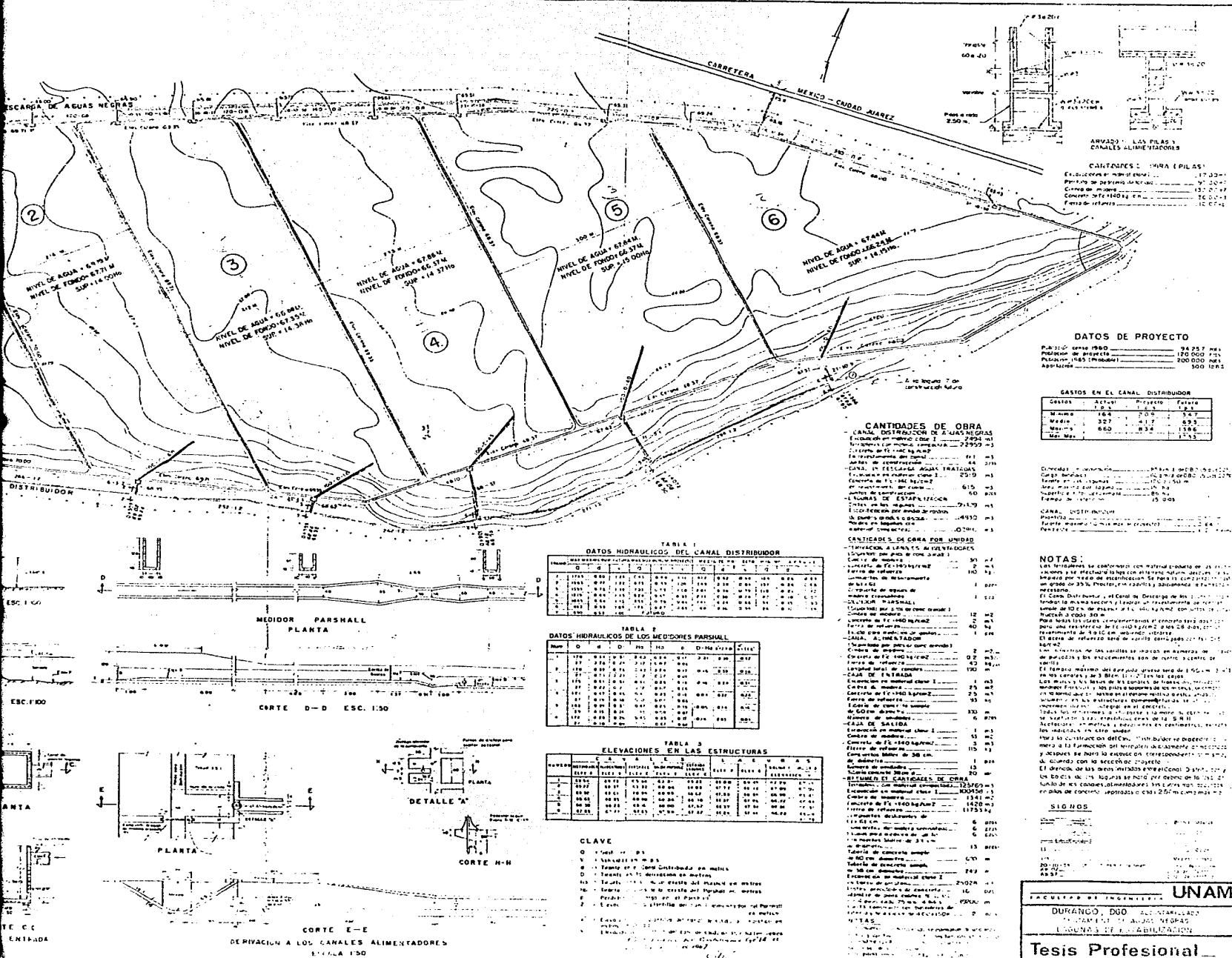
Colector marginal izquierdo	6 300 H./Asq.
Colector derecho	450 H./Asq.

SIGNOS CONVENCIONALES

Colector	—————
Emisor	—————
Clase General	—————
Límite de Zona del Proyecto	—————
Costa	—————

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DURANGO, DGO. — ALCANTARILLADO
PLANO GENERAL
 COLECTORES, SUBCOLECTORES Y LAGUNAS DE ESTABILIZACION
Tesis Profesional
 México, D.F. Agosto de 1963 SC 7 162-327

No.1



CANTIDADES DE OBRA

ESTRUCTURAS DE CONCRETO... 17.32 m³
 PAVIMENTO DE PAVIMENTO... 17.32 m³
 CIMENTACION... 17.32 m³
 CONCRETO... 17.32 m³
 FERRALLERIA... 17.32 m³

DATOS DEL PROYECTO

Publicación 1960... 94 257 m²
 Volumen de obra... 120 000 m³
 Presupuesto... 200 000 m²
 Aprobación... 500 m²

CANTIDADES EN EL CANAL DISTRIBUIDOR

Costos	Actual	Proyecto	Futuro
Materiales	1.6	1.3	1.3
Mano de obra	3.27	3.17	6.93
Materiales	6.60	6.34	1.96
M.O. Man.			17.93

CANTIDADES DE OBRA

CANALES DISTRIBUIDORES DE AGUAS NEGRAS... 22559 m³
 Estructuras de concreto... 17.32 m³
 Pavimento... 17.32 m³
 Cimentación... 17.32 m³
 Concreto... 17.32 m³
 Ferrallaeria... 17.32 m³

TABLA 1 DATOS HIDRAULICOS DEL CANAL DISTRIBUIDOR

Distancia	Q	V	R	S	H	h	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇	h ₈	h ₉	h ₁₀
0	1.00	0.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLA 2 DATOS HIDRAULICOS DE LOS MEDIDORES PARSHALL

Distancia	Q	V	R	S	H	h	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇	h ₈	h ₉	h ₁₀
0	1.00	0.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLA 3 ELEVACIONES EN LAS ESTRUCTURAS

Distancia	Elevación	Distancia	Elevación	Distancia	Elevación	Distancia	Elevación
0	1.00	100	1.00	200	1.00	300	1.00

CLAVE

Q = Nivel de agua
 V = Velocidad en m/s
 R = Radio de Canal Distribuidor en metros
 S = Pendiente en m/m
 H = Altura de agua en m
 h = Altura de agua en m
 h₁ = Altura de agua en m
 h₂ = Altura de agua en m
 h₃ = Altura de agua en m
 h₄ = Altura de agua en m
 h₅ = Altura de agua en m
 h₆ = Altura de agua en m
 h₇ = Altura de agua en m
 h₈ = Altura de agua en m
 h₉ = Altura de agua en m
 h₁₀ = Altura de agua en m

NOTAS

1. Los datos de conformación con material producido en el terreno y se debe considerar en el proyecto...
 2. El Canal Distribuidor...
 3. El Canal Distribuidor...
 4. El Canal Distribuidor...
 5. El Canal Distribuidor...
 6. El Canal Distribuidor...
 7. El Canal Distribuidor...
 8. El Canal Distribuidor...
 9. El Canal Distribuidor...
 10. El Canal Distribuidor...

SIGNOS

1. Canal Distribuidor...
 2. Canal Distribuidor...
 3. Canal Distribuidor...
 4. Canal Distribuidor...
 5. Canal Distribuidor...
 6. Canal Distribuidor...
 7. Canal Distribuidor...
 8. Canal Distribuidor...
 9. Canal Distribuidor...
 10. Canal Distribuidor...

UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

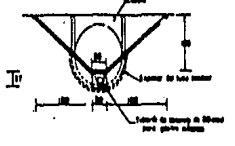
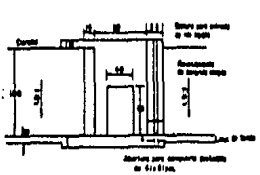
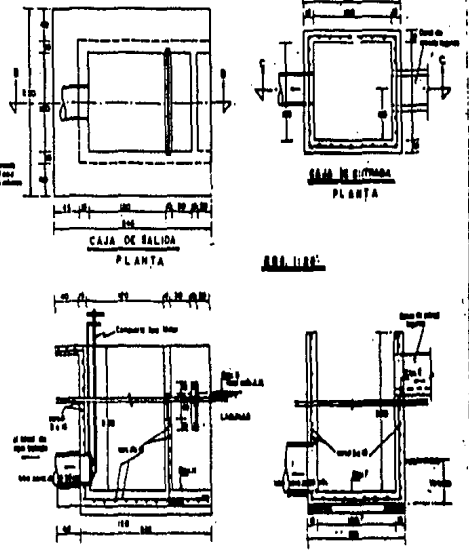
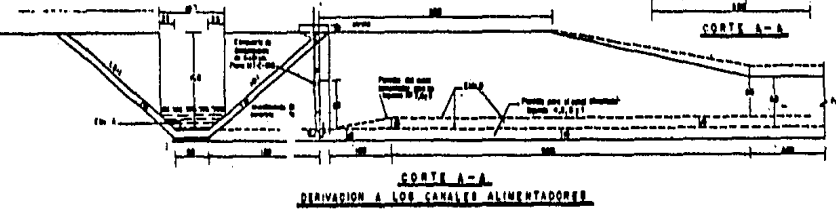
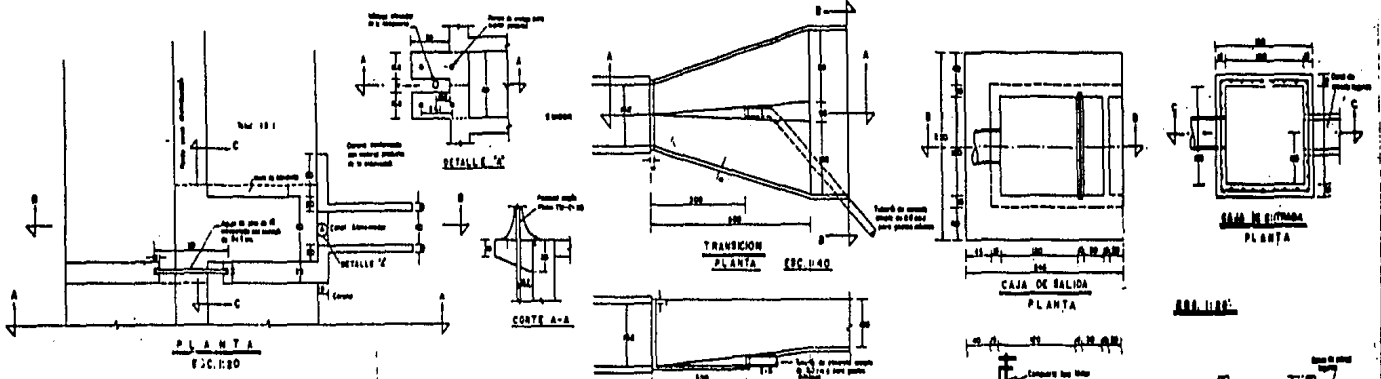
Facultad de Ingeniería

DURANGO, DGO

Escuela de Ingeniería

Alumnos de la Facultad de Ingeniería

Tesis Profesional



NO. DE	ALTO, EN	ESPA. AL	PANORAMA,	ESPA. DE	ESPA. AL	LABORAD	ESPA. AL
TRAYECTORIA	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA
1	00.010	00.110	00.110	00.000	00.710	00.400	00.000
2	00.020	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
3	00.030	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
4	00.040	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
5	00.050	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
6	00.060	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
7	00.070	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
8	00.080	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
9	00.090	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000
10	00.100	00.010	00.010	00.000	00.000	00.000	00.000

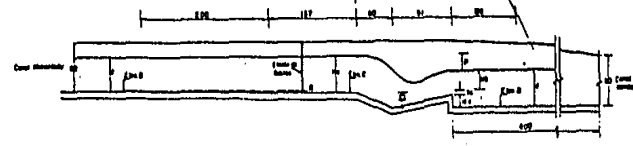
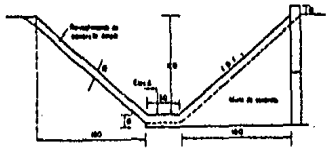
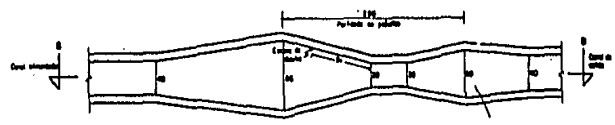
TABLA DE GANCOS Y EMPALMES

GANCOS

NO.	ALTO	ESPA.	ALTO	ESPA.
1	0	1	0	0
2	1	0	0	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

EMPALMES

NO.	ALTO	ESPA.	ALTO	ESPA.
1	0	1	0	0
2	1	0	0	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0



MEDIDOR PARSHALL

ALTO	ESPA.	ALTO	ESPA.	ALTO	ESPA.	ALTO	ESPA.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

CORTE B-B ESC. 1:20

L. N. A. M.
 DURANGO, OGO-ALCANTALLADO
 TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
 8000 C.C. - 1000 GAL. POR DIA - 1000 GAL. POR DIA