

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



CÁLCULO Y DISEÑO DE UN COMPLEJO AGRÍCOLA

POR
DAVID DE JORGE CANCHOLA

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Febrero de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN COMPLEJO AGRÍCOLA

Por:

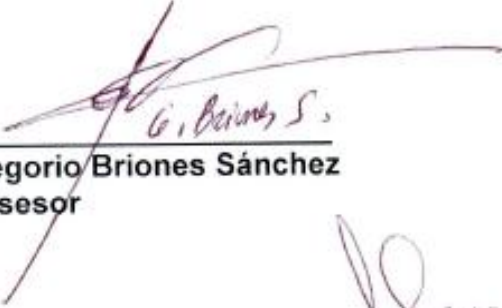
DAVID DE JORGE CANCHOLA

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROVADA

El presente jurado


Dr. Felipe De Jesús Ortega Rivera
Asesor principal


M.C. Gregorio Briones Sánchez
Asesor


M.C. Tomas Reyna Cepeda
Asesor


Ing. Enrique Mandujano Álvarez
Asesor

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"


M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la División de Ingeniería



Coordinación de
Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Febrero de 2012

AGRADECIMIENTO

A MI DIOS PADRE

Por darme la oportunidad de vivir. Por los dones y virtudes que me dio para que fuera posible alcanzar uno de los anhelos más grandes de mi vida.

A MI PADRE

Por esa fuerza tan grande que tiene y que me transmite para salir adelante y ser un hombre de bien. Porque con su ejemplo y apoyo nunca he estado solo y gracias a eso logre terminar mi carrera de Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Este logro es tuyo Papá.

A MI MADRE

Por ser mi Ángel, que me cuida y que se preocupa por mí. Por ese amor tan inmenso que me ha dado y que me hace sentir una persona valiosa como lo es Ella para mí. Gracias Mamá por todo y que Dios te cuide siempre. Ojalá y nunca me faltes.

A MI HERMANO MOISÉS

Por ser un ejemplo a seguir, por ser mi inspiración, por esa confianza que me ha dado, por todo su apoyo, por ser mi mejor amigo que en las buenas y en las malas siempre ha estado conmigo. Gracias Moy y que Dios te bendiga siempre.

A MIS HERMANAS LUPITA, FÁTIMA Y ANGÉLICA

A ellas, por ser parte de mi corazón y que las adoro con todas las fuerzas de mi alma. Gracias por los ánimos que me dan para seguir echándole ganas y que ahora comparto con ellas este gran logro. Dios las cuide siempre a mis princesas.

A MI ABUELITA MARÍA HERNÁNDEZ GALÁN

A ella por el cariño que me ha dado, por sus consejos, por su apoyo y por ese ejemplo de vida que siempre me ha dado. Por las bendiciones que me daba cuando me venía a la narro y que eso es lo que me mantiene firme en mis labores. Gracias abuelita por quererme tanto.

A LA NIÑA MÁS HERMOSA DEL MUNDO

Arlet Sabine De Jorge Collantes, a ti hija por ser mi inspiración y el motivo más grande de mi vida para salir adelante. Gracias por llegar a mi vida, Te Amo Hija.

A MI ALMA MATER

Por acogerme durante cinco años y enseñarme tantas cosas y principalmente a trabajar. Porque me ha dado las herramientas necesarias para salir adelante como profesionista.

AL DR. FELIPE DE JESÚS ORTEGA

Por sus invaluable conocimientos transmitidos para mi formación y por el apoyo para la realización del presente trabajo.

A MIS ASESORES M.C. GREGORIO BRIONES SÁNCHEZ, M.C. TOMAS REYNA CEPEDA, ING. JOSÉ ENRIQUE MANDUJANO ÁLVAREZ

Por la confianza brindada para realizar el presente trabajo, así como por sus conocimientos transmitidos, asesoría y revisión. Por los consejos y su gran amistad

A EFRAÍN GARCÍA BELLO

Por ser la persona que confío y creyó en mí. Por su incondicional apoyo durante mi carrera, pero sobre todo por el gran apoyo que le ha brindado toda mi familia. Muchas gracias Don Efraín por todo, Dios lo bendiga y lo cuide siempre.

AL DR JAVIER DE JESÚS CORTES BRACHO

Por su amistad y confianza brindada durante mi carrera y que en muchos momentos difíciles él estuvo ahí para apoyarme. Muchas gracias Dok Cortés

AL ING. CARLOS SALAZAR ARRIAGA

Por el apoyo económico recibido durante estos cinco años pero sobre todo por sus consejos y su gran amistad

AL MARIACHI COAHUILA

A Don José García, Juan, Toval, Manuel, Carlitos y Pepillo, que me dieron la oportunidad de trabajar con ellos y así poder salir adelante con mi carrera. Muchas gracias amigos, Dios los cuide y les mande mucho trabajo.

A los futuros ingenieros que considero como mis hermanos, amigos y primos EMANUEL DE JORGE GONZÁLEZ e ISRAEL DE JORGE GONZÁLEZ, por estar aquí conmigo y que en buenas y malas los dos me apoyaron. Muchas gracias parientes y échenle muchas ganas, les deseo lo mejor.

DEDICATORIA

A NUESTRO SEÑOR JESÚS Y MI MADRE VIRGENCITA DE GUADALUPE, *por darme la dicha de ver cumplido uno de mis más anhelados sueños, obtener mi grado de licenciatura. Y por cuidarme de todo mal estos cinco años que estuve lejos de mi hogar.*

A MIS PADRES

**SR. ANGEL DE JORGE HERNÁNDEZ
SRA. ROSA CANCHOLA MALO**

Con cariño y respeto, por haberme dado lo más lindo, "la vida". Por sus buenos consejos y su apoyo incondicional para la culminación de mis estudios. Este logro es de ustedes. Los amo.

A MI HERMANO

MOISÉS DE JORGE CANCHOLA

A MIS HERMANAS

**GUADALUPE DE JORGE CANCHOLA
FÁTIMA DE HJORGE CANCHOLA
ANGÉLICA DE JORGE CANCHOLA**

Por su apoyo y confianza durante mi formación profesional. Gracias queridos hermanos.

A MI HERMOSA HIJA

ARLET SABINE DE JORGE COLLANTES, *porque con su ternura de niña supo darme fortaleza para salir adelante. Te amo hija y siempre pienso en ti.*

A EFRAÍN GARCIA BELLO; *porque creyó y confió en mí, por el apoyo económico incondicional. "Aquí está la prueba Don Efraín que no le falle". Viviré eternamente agradecido con usted. Dios lo bendiga siempre.*

AL GRAN AMOR DE MI VIDA SOFIA R. R. *Por haber aparecido en mi camino y cuando más lo necesitaba. Llegaste en la etapa más importante de mi vida y desde que te conocí fuiste mi inspiración, el motor que me daba fuerzas para salir adelante, la persona que me apoyo en todo. Estas líneas quedaran grabadas para toda la vida como tu estas prendida a mi corazón. Esta es una pequeñita prueba del gran amor que te tengo y que siempre vivirás en mi corazón y en mi mente. Nunca olvides que Te Amo. Muchas gracias "Cosita" por todo tu apoyo. Atte. La persona que te ama y te adora
D.D.J.C*

INDICE

INDICE DE CUADROS	X
INDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
I.- INTRODUCCIÓN	1
Situación actual de la productividad de temporal	4
Diagnóstico	5
Situación actual y sus perspectivas	5
Justificación	7
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Metas	9
Antecedentes	9
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	13
Precipitación	13
Tipos de Precipitaciones	13
Escurrimientos	14
Clasificación de tipos de presa	15
Clasificación según su uso (<i>Arthur, 1976</i>)	15
Clasificación según su funcionamiento hidráulico (<i>Arthur, 1976</i>)	16
Clasificación según los materiales (<i>Arthur, 1976</i>)	17
Las condiciones geológicas y la cimentación (<i>Arthur, 1976</i>)	20
Obras de excedencia para presas	22
Clasificación	23
Presas de almacenamiento	24
Definición de términos de la presa de almacenamiento	24
Fuerzas que obran sobre la presa	25
Requisitos de estabilidad de la presa	26
Vaso de la presa	26
Obra de toma de la presa	26
Vertedor de demasías	28
Estudio de Avenidas	28
Componentes del sistema	30
Línea de conducción	30
Sistemas de riego	32
Red de distribución	34
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	39
Estudio técnico del proyecto	39
Aspectos generales:	39
Presa de mampostería	39

Propósito de la obra:	39
Localización:	39
Ubicación del municipio de saltillo.	40
Vías de comunicación:.....	41
Resumen ejecutivo del proyecto.....	42
Análisis F.O.D.A.	43
Fortalezas	43
Oportunidades	44
Debilidades	44
Amenazas	44
Estrategias.....	45
Impacto ambiental	45
Climatología:.....	45
Cartografía de climas	46
Temperaturas.	47
Régimen de lluvias.	47
Evaporación.....	47
Vientos.....	48
Estudios hidrológicos:.....	48
Características ambientales	48
Vegetación	48
Geología	49
Características del suelo.....	49
Cuenca.....	49
Coeficiente de escurrimiento.....	51
Escurrimiento medio anual.....	53
Cálculo del volumen anual escurrido.....	53
Cálculo del volumen aprovechable medio anual	54
Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable.	55
Método de secciones y pendientes:.....	55
Método indirecto	55
Cálculo de la avenida	56
Avenida máxima	56
Métodos para calcular avenidas en cuencas no aforadas	58
Método de Ryves	58
Método de Valentini	58
Método de Kuichling	59
Diseño de la obra	60
Características de la obra.....	60
Obras de excedencias.....	61
Cálculo del vertedor	61

Estimación de los coeficientes de seguridad del muro de ciclopio	61
Fuerza Resultante de la Presión Hidrostática sobre el muro.....	62
Área del muro	63
Volumen del muro.....	63
Peso del muro.....	63
Obra de toma.....	65
Norma de riego:.....	65
Línea de conducción	67
Levantamiento topográfico	68
Importancia de los datos topográficos del terreno	68
Herramientas y equipos tradicionales.	68
Procesamiento de la información.....	68
Diseño de la red de conducción.	70
Principales ventajas y características de la línea de conducción de Extrupak:	70
Fórmula de Hazen Williams para calcular la pérdida de carga en la conducción. ..	74
Costos de la línea de conducción.....	77
Descripción general del sistema de riego por aspersión fija.....	77
Ventajas y desventajas de un sistema de riego por aspersión	78
Componentes principales de un sistema de riego por aspersión.....	79
Diseño hidráulico.....	80
Cálculo de pérdidas por fricción y localizadas:	83
Datos generales de diseño	84
Datos técnicos	84
Características hidráulicas de tubería de conducción.	85
Características hidráulicas de laterales.	85
Materiales y forma del cabezal de descarga	86
Instalación	91
Planificación del sistema.....	91
Equipo y herramientas.	91
Ensamblaje de piezas.....	91
Instalación y mantenimiento del sistema riego por aspersión.	92
Ensamblaje de las tuberías.....	92
Estudio de mercado.....	94
Investigación de mercado.....	94
Análisis de la demanda	94
Análisis de mercado	95
Condiciones Actuales	97
Condiciones Proyectadas.....	97
Ingeniería proyectada.....	98
Procesos y tecnologías a emplear.....	98
Escenarios con diferentes volúmenes de proceso.	98

Cumplimiento de normas sanitarias, ambientales y otras.	99
Análisis financiero.....	100
Presupuesto y programa de inversiones y fuentes de financiamiento	100
Situación financiera actual y proyectada.....	100
Comparación temporal vs tecnificado	101
Proyección financiera (refaccionario y avío) anual.....	101
Costos.....	102
Punto de equilibrio	103
Análisis de rentabilidad (precios y valores constantes)	105
Relación de utilidad/costos (avío).....	106
TIR	107
VAN	108
Análisis de sensibilidad	110
Descripción y análisis de impacto.....	111
Incremento de las utilidades anuales de los productores de rancho nuevo	111
Decremento de los costos de producción	111
Incremento de los volúmenes de producción.....	111
Empleos generados (directos e indirectos)	112
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	114
V.- CONCLUSION	115

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO

Cuadro 1 Clasificación de los sistemas de riego parcelarios con base en el nivel de presión requerida en el emisor o hidrante.....	33
Cuadro 2 Características de los principales sistemas de riego.....	35
Cuadro 3 Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio	51
Cuadro 4 Coeficientes de escurrimientos	52
Cuadro 5 La secretaría de comunicaciones y transportes propone valores de C extraídos del “Manual para Ingenieros de Carreteras” de Harger y Bonney.	57
Cuadro 6 Calculo de avenidas (S.A.R.H., 1985)*, (S.C.T., 1984) **	59
Cuadro 7 Especificaciones de tubería Extrupak.....	74
Cuadro 8 Costos de la línea de conducción.....	77
Cuadro 9 Pérdidas de carga en las líneas de conducción	83
Cuadro 10 Datos generales de diseño	84
Cuadro 11 Datos técnicos.....	85
Cuadro 12 Costo total del proyecto.....	100
Cuadro 13 Comparación temporal vs tecnificado.....	101
Cuadro 14 Cedula de costos de producción por hectárea sin riego.....	102
Cuadro 15 Cedula de costos de producción por hectárea con riego.....	103
Cuadro 16 Cálculo del punto de equilibrio	104
Cuadro 17 Empleo que generara la aplicación de la tecnología de riego	113

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del municipio de Saltillo en el mapa del estado de Coahuila	40
Figura 2 Croquis de ubicación del Ejido de Rancho Nuevo.....	41
Figura 4 Curva de la probabilidad de las precipitaciones	46
Figura 3 Carta de climas Ejido Rancho Nuevo; precipitación 400 mm	46
Figura 5 Cuenca de estudio en km2 Área = 20 km2.....	50
Figura 6 Diagrama de presiones	64
Figura 7 Obra de toma	65
Figura 8 Levantamiento topográfico para identificar posible área a irrigar	69
Figura 9 Línea de Conducción desde la presa hasta el área de riego.....	69
Figura 10 Atraques para la línea de conducción Extrupak	76
Figura 11 Curvas de nivel del terreno a irrigar	81
Figura 12 Diseño propuesto del sistema de riego por aspersión fija	82
Figura 13 Cabezal de descarga	86
Figura 14 Manómetro	87
Figura 15 Caudalimetro	87
Figura 16 Válvula de compuerta 8"	87
Figura 18 Cámara de oscilación.....	88
Figura 19 Válvulas de aire	88
Figura 17 Válvula de alivio de presión.....	88
Figura 20 Venturi.....	89
Figura 21 Válvula de mariposa con palanca 8"	89
Figura 22 Cañón Nelson RS 100	90
Figura 23 Ensamble de los cañones	90
Figura 24 Grafica del punto de equilibrio.....	104
Figura 25 Grafica representativa del volumen de producción de condiciones de temporal y riego	112

CÁLCULO Y DISEÑO DE UN COMPLEJO AGRÍCOLA.

DAVID DE JORGE CANCHOLA

RESUMEN

El presente estudio hace evidente la urgencia de respuestas efectivas al doble reto de aumentar la productividad, al tiempo de alcanzar un manejo ambientalmente adecuado de los recursos. El cumplimiento de las funciones que el sector agropecuario puede jugar en el desarrollo económico de México, radica en enfrentar simultáneamente los objetivos de rentabilidad, productividad, competitividad, equidad y sustentabilidad. Este reto exige pensar en formas alternativas de hacer agricultura, si es que se desea promover un crecimiento agropecuario sustentable, pues la atención a los problemas del campo es urgente y fundamental para la viabilidad del país.

Por lo tanto es necesario llevar a cabo la construcción de obras que contribuyan a disminuir los procesos de degradación de los recursos naturales

Se realizaron los cálculos y diseños necesarios para crear un complejo agrícola que conlleva: una presa de mampostería con fines a un sistema de riego por aspersión. Esto comprende lo siguiente;

- Cálculo y diseño de una obra de mampostería
- Diseño de la línea de conducción que va desde la presa hasta el área a irrigar
- Diseño del cabezal de descarga en la entrada del predio donde se instalara un sistema de riego por aspersión fija
- Diseño agronómico para determinar las necesidades del posible cultivo a regar (en este caso el cultivo será Maíz).

- Diseños hidráulicos para determinar presiones y pérdidas de carga en las líneas de distribución
- Estudio de mercado
- Análisis financiero para ver la factibilidad del proyecto

Todos estos cálculos y diseños se hicieron con las ecuaciones necesarias para determinar cada una de las especificaciones mencionadas.

Estudio técnico del proyecto, Cálculo del volumen anual escurrido, Cálculo del volumen aprovechable, Cálculo de la avenida, Diseño de la obra Cálculo del vertedor, Estimación de los coeficientes de seguridad del muro, Fuerza Resultante de la Presión Hidrostática sobre el muro, Levantamiento topográfico, Diseño de la red de conducción, Diseño hidráulico, Cálculo de pérdidas por fricción y localizadas, Estudio de mercado, Análisis financiero, Análisis de rentabilidad, TIR, VAN, Punto de equilibrio, Análisis de sensibilidad.

De los estudios anteriores se concluye que:

El proyecto goza de factibilidad técnica ya que contará con todos los recursos productivos necesarios.

El proyecto goza de factibilidad económica y financiera como lo demuestran las correspondientes evaluaciones financieras generadas

El proyecto contribuye al incremento de los fondos de reserva y capitalización para los productores de Rancho Nuevo

Este tipo de obras impactan positivamente, pues ayudan en la conservación del suelo y del agua.

Palabras clave: Presa, conducción, área a irrigar, vertedor, precipitación, perfil, aspersión, cálculos hidráulicos, estudio de mercado, análisis financiero, cotización.

I.- INTRODUCCIÓN

Históricamente la escasez de agua en el mundo ha sido el principal factor que ha limitado las actividades y el bienestar del ser humano, aunado a esto la agricultura consume más del 70% del agua que es utilizada en las diferentes actividades humanas. En un país como México, donde las tres cuartas partes de su territorio es árido o semiárido, es imperativo resaltar la importancia de los estudios fisiológicos del agua en las plantas para entender cómo puede ser usada eficientemente por ellas, cómo afecta su ausencia la fisiología de la planta e identificar las condiciones y el momento en que debe suministrarse a la planta para su uso racional y eficiente.

Aplicando la tecnología, se ha obtenido un acuerdo de la relación que existe entre Agua-Suelo-Planta-Atmosfera, ha sido posible incrementar sustantivamente la superficie de cultivo, conservar los recursos, así como los rendimientos obtenidos por unidad de superficie. Sin embargo, para alcanzar a solucionar esta problemática es necesario desarrollar adecuadamente los diseños y manejar en forma eficiente los sistemas de riego que en conjunto con otras ramas de la agronomía permitan al productor obtener los más altos rendimientos con la menor inversión posible.

Hay una serie de factores y circunstancias que se han gestionado de manera histórica y que muestran que ha afectado casi permanente el campo mexicano.

1.- La agricultura consume más del 70% del agua disponible en el país y que desperdicia casi dos terceras partes.

2.- La agricultura de subsistencia o tradicional, donde el campesino depende de la lluvia para producir y utilizar mano de obra no asalariada en la producción de sus cosechas, las cuales son utilizadas generalmente para el autoconsumo.

3.- La crisis agrícola por la que atraviesa nuestro país ha originado la proliferación de estudios y programas en el sector rural. Tanto en su aspecto técnico como social y económico, los estudios de tipo socioeconómicos han demostrado que las zonas más afectada de esta crisis han sido las regiones más precarias del sector rural.

4.- Las regiones donde se manifiesta esta crisis, se enmarca dentro de las zonas áridas y semiáridas al norte del país, ya hablar de zonas áridas en México es hablar de prácticamente de todo el país, ya que más del 82% de su área es árida en diversos grados.

De acuerdo con Copen, los climas en nuestras zonas áridas se pueden clasificar como: secos o esteparidos CBSO, y muy seco o desértico CBWO; teniendo un régimen de lluvias en verano que se presentan en forma torrencial e irregular durante los meses de junio a septiembre y generalmente varían entre 250 y 350 mm. anuales.

Se estima que el 70% de la cantidad de agua dulce disponible es utilizada por la agricultura y debido al rápido crecimiento de nuestras poblaciones, también se incrementa la demanda de alimentos cada día más, por lo que siempre se ha tratado de optimizar el agua en materia de riego.

Las presas de almacenamiento tiene la función del suministro de agua a una población, ya sea para uso domestico, generación de energía o para el riego de cultivos. Independientemente de cuál sea el uso que se le da a una presa de almacenamiento, su función principal es mantener el depósito lleno para asegurar la disponibilidad del recurso en tiempos de sequía.

Las obras hidráulicas agrícolas incrementan el avance de la agricultura del mundo, principalmente en las regiones donde las lluvias son escasas o donde caen fuera del tiempo en que más se les necesita, en estos lugares es indiscutible la construcción de una obra de almacenamiento. Las obras de almacenamiento cuyo fin es el de conservar el agua principalmente en épocas en que esta deja de presentarse en forma de lluvia, benefician a la humanidad resolviendo el problema de la sobrepoblación.

La presa derivadora de mampostería se va aprovechar el escurrimiento superficial de las lluvias y el cauce del arroyo. El sistema no es muy barato pero presenta una alternativa muy importante para la solución de problemas ya que será de uso múltiple al almacenar el agua de riego, abastecer el agua en los cultivos en tiempos de sequia. La zona se encuentra en una zona marginada, por lo que con esta obra los habitantes serian beneficiados ya que incrementarían su productividad.

El almacenamiento de agua para el ejido de Rancho Nuevo, Saltillo, Coahuila; donde dicha obra será indispensable para la productividad en los cultivos, de tal manera que las zonas áridas y semiáridas tienen épocas de sequia lograran con esto el almacenamiento suficiente de agua.

Situación actual de la productividad de temporal

Los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, tiene como actividad el dedicarse a la agricultura. En estas zonas la falta de agua es un factor limitante. Actualmente los productores en la agricultura tiene los rendimientos muy bajos pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial por lo cual se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones, motivo por el cual se propone la aplicación de una presa derivadora de mampostería y su uso con fines de riego por aspersión.

Diagnóstico

La agricultura es la actividad humana que más estrecha relación tiene con el medio ambiente y con la sobrevivencia del hombre en el planeta, pues debe atender la demanda de los alimentos provocada por la explosión demográfica y la inequidad social. Asimismo, se ha convertido en una causa significativa del deterioro, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

Hay una serie de factores y circunstancias que se han gestionado de manera histórica y que muestra que afectado casi permanentemente el campo mexicano.

La agricultura es una unidad de producción muy rentable si se le apoya con crédito oportuno, asistencia técnica, aplicación de nuevas tecnologías y una autentica transparencia en responsabilidad a sus integrantes.

Situación actual y sus perspectivas.

El ejido Rancho Nuevo del municipio de Saltillo, se ubica al sur-poniente de la cabecera municipal de Saltillo a 25 km de distancia.

Cuenta con una superficie de 4 mil hectáreas, de las cuales de agostadero son 3,200 hectáreas y de agricultura de temporal 800 hectáreas.

El ejido Rancho Nuevo presenta zonas accidentadas como lomerío y valle. En el lomerío la vegetación se caracteriza por el matorral micrófilo como la gobernadora, hojasén, hierba del burro, uña de gato y chaparro prieto.

En el valle, la vegetación que se desarrolla es el matorral micrófilo inerme. Durante el período de 1961 a 2003 las estadísticas reportadas por el INIFAP de la precipitación media anual del municipio de General Cepeda son de 400 mm anuales, registrándose normalmente en los meses de junio a septiembre.

Las áreas de erosión más evidentes tienen su causa principalmente en forma tradicional de los usos del suelo (agricultura y ganadería) encontrándose principalmente dentro de las áreas de agricultura y que pasan el mayor tiempo del año sin cultivar, presentando una erosión eólica moderada.

Con esto se pretende coadyuvar a resolver uno de los problemas del sector agropecuario.

Las perspectivas para lograr una actividad agropecuaria sustentable son claras, pero se requiere la conciencia y la voluntad de los productores para recuperar los ecosistemas que tuvimos en el pasado.

Justificación

El estudio hace evidente la urgencia de respuestas efectivas al doble reto de aumentar la productividad, al tiempo de alcanzar un manejo ambientalmente adecuado de los recursos. El cumplimiento de las funciones que el sector agropecuario puede jugar en el desarrollo económico de México, radica en enfrentar simultáneamente los objetivos de rentabilidad, productividad, competitividad, equidad y sustentabilidad. Este reto exige pensar en formas alternativas de hacer agricultura, si es que se desea promover un crecimiento agropecuario sustentable, pues la atención a los problemas del campo es urgente y fundamental para la viabilidad del país.

Los niveles de educación, salud e ingresos más altos en el país corresponden a estados de las zonas desérticas y semidesérticas.

Desde el punto de vista agropecuario las zonas desérticas y semidesérticas del país presentan una gran cantidad de problemas, debido a las bajas y erráticas precipitaciones, la alta evaporación y sus temperaturas extremas, lo que obliga a la población rural a realizar enormes esfuerzos a cambio de mínimas remuneraciones con su limitada infraestructura y uso de los recursos naturales. La promoción del desarrollo en las áreas rurales de las zonas áridas deberá realizarse, considerando siempre que éstas se hagan con una estrategia que forme parte del progreso de los agricultores.

Las obras hidráulicas tienen como fin solventar las necesidades de la producción agropecuaria, mejorando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el campo.

Con la aplicación de la presa derivadora de mampostería a las zonas áridas y semiáridas a futuro se reducirán los índices de siniestralidad por sequía. Contribuirá al incremento de la productividad y la producción de alimentos básicos y fortalecerá la relación estado-productores, así como también fomentará las bases para la autonomía-económica y crecimiento sostenido de los productores.

Objetivo general

Lograr que a través de la construcción de presas de almacenamiento y su uso con fines de riego, se aprovechen los pequeños manantiales y se puedan revertir los fracasos de los productores de las zonas áridas y semiáridas, donde se tiene una agricultura de subsistencia y se pretende transformarla a una agricultura de riego, aprovechando los pequeños manantiales que actualmente y por décadas no se han aprovechado, además de asegurar la cosecha de maíz.

Objetivos específicos.

- a) Lograr incrementos en la producción de cultivos básicos y/o forrajes de temporal mediante la construcción de obras para el aprovechamiento de escurrimientos.
- b) Llevar a cabo la construcción de obras que contribuyan a disminuir los procesos de degradación del recurso suelo.

- c) Fomentar en los productores la cultura de la conservación de los recursos naturales y sensibilizar sobre los beneficios que aporta el realizar acciones para la cosecha y manejo del agua.
- d) El propósito de ese proyecto es derivar agua hacia las parcelas con sistemas de riego a presión.

Metas

Se van a beneficiar 25.2 ha con la construcción de la presa de mampostería aprovechando el pequeño manantial e instalando un equipo de riego por aspersión, en el apoyo para 34 productores de maíz y forraje.

Se menciona que 1 ha riego es de 7 veces más productiva que una hectárea de terreno de agricultura de temporal tradicional.

Antecedentes.

La región sureste del estado de Coahuila geográficamente se sitúa en la zona semiárida del país, donde las características del clima no favorecen el desarrollo de la agricultura, fundamentalmente por lo escaso y errático de las lluvias, pues el índice de precipitación oscila alrededor de los 400 mm anuales.

No obstante lo antes señalado, se sigue practicando la agricultura de temporal, misma que en un alto porcentaje se destina para el autoconsumo de los campesinos. Derivado de los cambios que se están dando en los ciclos de lluvia y con la esperanza de obtener cosechas, los campesinos están dejando de sembrar cultivos básicos,

estableciendo forrajes en su lugar, ya que la mayoría de las veces obtienen rendimientos (cuando hay cosecha) tan bajos, que ni siquiera alcanzan a satisfacer las necesidades de auto consumo.

Uno de los principales retos que enfrenta el desarrollo actual, es el de elevar el nivel de eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales, para satisfacer las creciente demanda de la población y también realizar acciones que eviten el deterioro y degradación del suelo.

El ejido Rancho Nuevo, presenta áreas con degradación reflejando escasa cobertura vegetal, erosión eólica incipiente y erosión hídrica de ligera a moderada. La zona de la sierra presenta áreas con degradación alta y media. Prácticamente, toda la localidad esta bajo alguna categoría de erosión hídrica ya sea moderada o ligera.

A fin de realizar una agricultura sustentable y bien planeada, los productores de Rancho Nuevo tienen la intención de construir y rehabilitar toda la infraestructura que sea necesaria para aprovechar al máximo los escurrimientos que se presenten en esa región. Los ejidatarios son conscientes de la magnitud de trabajo e inversión requerida para lo anterior, por lo que están convencidos de construir presas de mampostería en los arroyos donde existan manantiales.

En síntesis, el propósito del proyecto es el de crear y optimizar la infraestructura hidráulica para mejorar la actividad agrícola, aprovechando los escurrimientos superficiales, producto de las precipitaciones, para incrementar la producción de los

cultivos. Con este tipo de infraestructura (presas de mampostería y su uso con fin de riego por aspersión) también se contribuye a reducir el impacto de la erosión.

Una vez construida la presa, se realizará la preparación del terreno de acuerdo a la topografía y del sistema de riego por aspersión.

Además del cultivo básico (maíz), se pretende sembrar sorgo forrajero, avena, trigo alfalfa, ya que los productores en cuestión, cuentan con algunas cabezas de ganado, que obtendrán mayores beneficios al contar con una mejor alimentación, que le permitirá incrementar su peso y mejorar sus parámetros reproductivos y de sanidad.

Se espera, que con este proyecto los productores tengan más certeza para obtener mejores rendimientos de granos básicos en sus parcelas. Así mismo, se darán las condiciones para desarrollar una actividad pecuaria mas sostenida, pues se espera asegurar la producción de forrajes necesaria para el buen desarrollo del ganado.

Con este tipo de obras y acciones enfocadas a la utilización racional de los pequeños manantiales, que hasta el día de hoy y por décadas no se han utilizado, se puede lograr la sustentabilidad del medio rural, ya que en lo correspondiente al sector agrícola, se pueden incrementar los rendimientos de los diversos cultivos, asegurando en primera instancia, satisfacer las necesidades de alimentos básicos de los habitantes del medio rural.

En cuanto a la actividad pecuaria, los beneficios se reflejan al obtener mejores rendimientos de forrajes, mismos que pueden ensilarse para ayudar a resolver el problema de falta de alimento para el ganado que se presenta comúnmente en esta región. Con esto se pretende coadyuvar a resolver uno de los problemas del sector agropecuario.

El sistema de producción alternativo presenta grandes ventajas con respecto al monocultivo al que están acostumbrados las gentes del semidesierto.

Las perspectivas para lograr una actividad agropecuaria sustentable son claras, pero se requiere la conciencia y la voluntad de los productores, así como la disponibilidad de las dependencias gubernamentales para recuperar los ecosistemas que tuvimos en el pasado.

Actualmente, los productores de la llamada agricultura de temporal, tienen rendimientos muy bajos, pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial.

Con base en lo antes mencionado y tratando de presentar una alternativa de solución, se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para construir presas de mampostería en todos aquellos arroyos que tengan un manantial y así aprovechar el escurrimiento de esta agua que pierde en el cauce del arroyo.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

Precipitación.

Comisión Federal de Electricidad (1981 a), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.2, dice que se denomina precipitación; al agua que llega a la superficie terrestre proveniente de la atmósfera. La precipitación es un componente fundamental del ciclo hidrológico. La precipitación puede ser convectiva, ciclónica u orográfica.

Tipos de Precipitaciones

Por convección: es la más común en los trópicos se origina por el levantamiento de masas de aire más ligero y cálido al encontrarse a su alrededor las masas de aire densas y frías.

Orográficas: la precipitación debida al levantamiento del aire producido por las barreras montañosas. El efecto de las montañas ejerce una acción directa de su sustentación o se induce a turbulencias y corrientes de convecciones secundarias de las masas de aire en un área de baja presión.

Ciclónica: está asociada al paso de los ciclones y ligada a los planos de contacto entre masas de aire de diferentes temperaturas y contenido e humedad. El levantamiento de aire se origina por convergencia horizontal en la entrada de la masa de aire en un área de baja presión.

Se entiende como precipitación la caída de partículas líquidas o sólidas de agua. La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas.

Precipitación en zonas áridas y semiáridas.

La zona árida se caracteriza por tener una precipitación anual menor a los 400 mm. Y una época de secas de 8 a 12 meses, y la semiárida por tener una precipitación anual entre 400 a 700 mm. Con 6 a 8 meses seca.

Escurrimientos

El escurrimiento es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

García (1985), indica que la cantidad de agua que cae sobre una cuenca, una parte se evapora, otra se infiltra y una tercera escurre por las laderas. La primera debe considerarse como pérdida, pero la segunda y la tercera van a parar a los ríos, constituyendo su caudal, pero influyendo en él de distinta manera: las aguas que escurren por la superficie y que rápidamente se reúnen en las vaguadas dan origen a las riadas, mientras que las de infiltración tienden a mantener la constancia del caudal.

Comisión Federal de Electricidad (1981 b), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.3, menciona que cuando la lluvia es de tal magnitud que exceda la

capacidad de infiltración o retención del terreno y la vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento.

Clasificación de tipos de presa

Generalidades.

Las presas se pueden clasificar en un número de categorías diferentes, que dependen del objeto de estudio, es conveniente considerar tres amplias clasificaciones de acuerdo con: el uso, el funcionamiento hidráulico, o los materiales que forman la estructura (Arthur, 1976).

Clasificación según su uso (Arthur, 1976).

Las presas se pueden clasificar de acuerdo con la función más general que van a desempeñar, como de almacenamiento, de derivación, o regulación. Se pueden precisar más las clasificaciones cuando se consideran sus funciones específicas.

Presas de almacenamiento: se construyen para embalsar el agua en los periodos en que sobra, para utilizarla cuando escasea. Estos periodos pueden ser estacionarios, anuales, o más largos. Muchas presas pequeñas almacenan los escurrimientos de primavera para usarse en la estación seca de verano. Las presas de almacenamiento se pueden a su vez clasificar de acuerdo con el objeto del almacenamiento, como para abastecimientos de agua, para la generación de energía hidroeléctrica, irrigación, etc. El objeto específico u objetos en los que se va a utilizar el almacenamiento tienen a menudo influencia en el proyecto de la estructura, y pueden

determinar conceptos como el de la magnitud de las fluctuaciones del nivel que pueden esperarse en el vaso y el del volumen de filtraciones que pueden permitirse.

Presas de derivación: se construyen ordinariamente para proporcionar la carga necesaria para derivar el agua hacia zanjaz, canales, u otros sistemas de conducción hasta el lugar en el que se va a usar. Se utilizan los sistemas de riego, para la derivación de una corriente natural hacia un vaso de almacenamiento que se localiza fuera del cauce natural de la corriente, para usos municipales e industriales o para una combinación de los mismos.

Presas reguladoras: se construyen para recargar el escurrimiento de las avenidas y disminuir el efecto de las ocasionales. Las presas reguladoras se dividen en dos tipos. En uno de ellos, el agua se almacena temporalmente, y se deja salir por una obra de toma con un gasto que no exceda de la capacidad del cauce de aguas abajo. En el otro tipo, el agua se almacena tanto tiempo como sea posible y se deja infiltrar en las laderas del valle o por los estratos de grava de la cimentación. A este tipo se le llama algunas veces de distribución o dique, porque su principal objeto es recargar los acuíferos. Las presas reguladoras también se construyen para detener los sedimentos. A menudo a éstas se le llaman para arrastres.

Clasificación según su funcionamiento hidráulico (*Arthur, 1976*).

Las presas se pueden clasificar también como presas vertedoras o no vertedoras.

Presas vertedoras: permiten el paso del agua a través de orificios superficiales alojados en su cuerpo. Las presas vertedoras pueden ser móviles o fijas. Las móviles la descarga de agua puede regularse con compuertas que guarden los orificios (superficiales o profundos). El nivel de agua puede mantenerse constante en este caso gracias a la operación de compuertas. En estas presas el nivel normal del agua puede colocarse al nivel superior de compuertas. Las presas vertedoras fijas (sin compuertas) no permiten la regulación de la lámina de agua. La cresta vertedora se coloca al NNE. Durante crecientes, el nivel del agua en el embalse varía.

Presas no vertedoras: son las que se proyectan para que no rebase el agua por sus crestas vertedoras. Este tipo de proyectos permite ampliar la elección de materiales incluyendo las presas de tierra y las de enrocamiento.

Con frecuencia se combinan los dos tipos, para formar una estructura compuesta, que consiste, por ejemplo, una parte vertedora de concreto de gravedad con extremos formados por terraplenes.

Clasificación según los materiales (*Arthur, 1976*)

La clasificación más común que se usa en la discusión de los procedimientos de construcción se basa en los materiales que forman la estructura. En esta clasificación se menciona el tipo básico de proyecto como, por ejemplo, presa de concreto de gravedad, o de concreto del tipo de arco.

Presas de tierra: las de tierra constituyen el tipo de presas más común, principalmente porque en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento. Además, los requisitos para sus cimentaciones son menos exigentes que para los otros tipos. Es probable que las presas de tierra continúen prevaleciendo sobre los demás tipos para fines de almacenamiento parcialmente, debido a que el número de emplazamientos favorables para las estructuras de concreto está disminuyendo como resultado de los numerosos sistemas de almacenamiento de agua que se han emprendido, especialmente en las regiones áridas y semiáridas en las que la conservación del agua para riego es una necesidad fundamental.

Presas de enrocamiento: en las presas de enrocamiento se utiliza roca de todos los tamaños para dar estabilidad a una membrana impermeable. La membrana puede ser una capa de material impermeable del lado del talud mojado, una losa de concreto, un recubrimiento de concreto asfáltico, placas de acero, o cualquier otro dispositivo semejante; o puede ser un núcleo interior delgado de tierra impermeable.

El tipo de enrocamiento se adapta a los emplazamientos remotos, donde abunda la roca buena, donde no se encuentra tierra buena para una presa de tierra, y donde la construcción de una presa de concreto resultaría muy costosa.

Presas de concreto, del tipo de gravedad: Son estructuras de tales dimensiones que por su propio peso resisten las fuerzas que actúan sobre ellas. Las

presas de gravedad, de concreto se adaptan a los lugares en los que se dispone de una cimentación de roca razonablemente sana, aunque las estructuras bajas se pueden establecer sobre estratos aluviales si se construyen los dados adecuados. Se adaptan bien para usarse como cresta vertedora y, debido a esta ventaja, a menudo se usan formando la parte vertedora de las presas de tierra y de enrocamiento o de una presa derivadora.

Presas de concreto tipo de arco: las presas de concreto del tipo de concreto de arco se adaptan a los lugares en los que la relación de la distancia entre los arranques del arco a la altura no es grande y donde la cimentación en estos mismos arranques es roca sólida capaz de resistir el empuje del arco.

Presas de concreto del tipo de contrafuertes: las presas del tipo de contrafuertes comprenden las de losa y las de arco. Requieren aproximadamente el 60 % menos de concreto que las presas macizas de gravedad pero los aumentos debido a los moldes y al esfuerzo de acero necesario, generalmente contrarrestan las economías de concreto. Se construyeron varias presas de contrafuerte en la década de los 30' s, cuando la relación del costo de la mano de obra al costo de los materiales era comparativamente baja. Este tipo de construcción no se puede competir generalmente con los otros tipos de presas cuando la mano de obra es cara.

Otros tipos de presa: se han construido presas de otros tipos aparte de los mencionados, pero la mayor parte de los casos satisfacen los requisitos poco usuales o son de naturaleza experimental. En pocos casos, se ha usado acero estructural para la

pantalla de aguas arriba y en armaduras de soporte en las presas. Antes de 1920, se construyeron numerosas presas de madera, especialmente en el noreste. La cantidad de mano de obra necesaria en la construcción de las presas de madera, combinada con la corta vida de la estructura, hace que este tipo sea antieconómico en la construcción moderna.

Factores físicos que gobiernan la selección de la presa

Topografía.

La topografía, en gran parte, dicta la primera elección del tipo de presa. Una corriente angosta corriendo entre desfiladeros de roca sugiere una presa vertedora. Las llanuras bajas, onduladas, con la misma propiedad, sugieren una presa de tierra con vertedor de demasías separado. Cuando las condiciones son intermedias, otras consideraciones toman mayor importancia, pero el principio general de la conformidad con las condiciones naturales sigue siendo la guía principal.

La localización del vertedor es un factor importante que dependerá en gran parte de la topografía local y que, a su vez, tendrá una gran importancia en la selección final del tipo de presa (Arthur, 1976).

Las condiciones geológicas y la cimentación (Arthur, 1976)

Las condiciones de la cimentación dependen de las características geológicas y del espesor de los estratos que van a soportar el peso de la presa; de su inclinación,

permeabilidad, y la relación con los estratos subyacentes, fallas y fisuras. La cimentación limitara la elección del tipo de presa en cierta medida, aunque estas limitaciones se modifican con frecuencia al considerar la altura de la presa propuesta. Se discuten en seguida las diferentes cimentaciones comúnmente encontradas.

Cimentación de roca sólida: debido a su relativamente alta resistencia a las cargas, y resistencias a la erosión y filtración, presenta pocas restricciones por lo que al tipo de presas que puede construirse encima de ellas. El factor decisivo será la economía que se pueda obtener en los materiales o en el costo total. Con frecuencia será necesario remover la roca desintegrada y tapar grietas y facturas con inyección de cemento.

Cimentación de grava: si está bien compactada, es buena para construir presas de tierra, de enrocamiento, y presas bajas de concreto. Como las cimentaciones de grava son con frecuencia muy permeables, deben tomarse precauciones especiales construyendo dados efectivos o impermeabilizantes.

Cimentación de limo o de arena fina: se pueden utilizar para apoyar presas de gravedad de poca altura si están bien proyectadas, pero no sirve para las presas de enrocamiento. Los principales problemas son los asentamientos, evitar las tubificaciones, y las pérdidas excesivas por filtración, y la protección de la cimentación en el pie del talud sexo, contra la erosión.

Cimentación de arcilla: se pueden usar para apoyar las presas, pero requieren un tratamiento especial. Como pueden producirse grandes asentamientos de la presa

si la arcilla no está consolidada y su humedad es elevada, las cimentaciones de arcilla, generalmente no son buenas para la construcción de presas de escolleras. Generalmente es necesario efectuar pruebas del material en su estado natural para determinar las características de consolidación del material y su capacidad para soportar la carga que va a sostener.

Cimentaciones irregulares: ocasionalmente pueden ocurrir situaciones donde no será posible encontrar cimentaciones razonablemente uniformes que correspondan a alguna de las clasificaciones anteriores y que obligara a construir sobre una cimentación irregular formada de roca y materiales blandos. Estas condiciones desfavorables pueden a menudo resolverse empleando detalles especiales en los proyectos. Cada lugar, sin embargo presenta un problema que deben tratar ingenieros experimentados.

Obras de excedencia para presas

Definición.

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), define la obra de excedencia como una estructura que tiene por objeto proteger al sistema de almacenamiento permitiendo el paso encauzado de los volúmenes de agua excedentes a la capacidad normal del vaso de almacenamiento y su descarga en el arroyo, aguas abajo del bordo.

Clasificación

Existen diferentes tipos de obras de excedencias que se seleccionan tomando en cuenta principalmente la topografía del lugar, el gasto por desalojar, su costo y las condiciones de cimentación. En general para el caso de pequeñas obras, se utilizan las estructuras conocidas como: lavaderos y vertedores.

Los lavaderos: son estructuras que constan de un canal de acceso, una sección de control o cresta vertedora y un canal de descarga. Su característica principal es que la cresta tiene la misma elevación que la cota de arranque de la rasante de la plantilla del canal de descarga. Las condiciones ideales para su selección son en laderas que tienen una pendiente suave en el sitio donde van a quedar alojados los canales de acceso y descarga.

Vertedor tipo Creager: este tipo de obra de excedencia es una estructura que consta de un canal de acceso, sección de control, tanque amortiguador o disipador de energía y canal de descarga. Se caracteriza por que su sección de control está formada por un cimacio que adopta la forma del flujo del agua y se conoce como perfil Creager. Las condiciones para su selección son las que existen en aquellas laderas que presentan una pendiente fuerte y que el material es duro para la excavación, por lo que se requiere un vertedor de longitud corta, que pueda compensar esa longitud con un aumento de carga y logre desfogar la avenida de diseño.

Presas de almacenamiento

Mora (1993), menciona que a partir de las estadísticas, sean de operación o de proyecto, es muy importante tener una clara apreciación de la capacidad de la presa en relación con los escurrimientos del río: si es menor, los frecuentes derrames del vertedor de excedencias los harán evidentes en la estadística; si es mayor, la presa raramente alcanzará su capacidad de almacenamiento.

Además no debe de ignorarse que el comportamiento meteorológico es variable y que las avenidas de los ríos, producto de la captación y del escurrimiento de agua meteórica de su cuenca, suelen tener para distinta magnitud ciclos de retorno mucho mayores que el tiempo de registro estadístico.

Por lo que siempre podrá presentarse una avenida fuerte de serie, para la que no fue calculada la presa, sin que esto signifique falla para el proyecto. No así el vertedor, que tiene o debe tener una base de cálculo para su capacidad mucho más conservadora. Lo importante para la operación, es aproximarse lo más posible a la predicción del volumen anual que captara la presa.

Definición de términos de la presa de almacenamiento

Cortina: estructura que tiene por objeto crear un almacenamiento de agua.

Boquilla o sitio: lugar escogido para construir la cortina.

Sección de la cortina: en general, es cualquier corte transversal de la presa.

Altura de la cortina: es la distancia vertical máxima entre la corona y la cimentación.

Corona o cresta: es la superficie superior de la cortina, normalmente, es parte de la protección de la presa contra oleaje y sismos, y sirve de acceso a otras estructuras.

Talud: es cualquier plano que constituye una frontera entre los materiales de la cortina o con el medio circundante.

El corazón impermeabilizante: es el elemento de la presa que cierra el valle, al paso del agua contenida en el embalse o vaso.

Respaldos impermeables: son las masas granulares que integran, con el corazón impermeable, la sección de la cortina, puede estar formada por filtros, transiciones y enrocamiento.

NAME; abreviación del nivel de aguas, máximo extraordinario; es la elevación del agua en el vaso cuando la presa está llena y además funciona el vertedor a su máxima capacidad. La diferencia entre la elevación de la corona y el NAME es el bordo libre (Marsal y Resendiz, 1983).

Fuerzas que obran sobre la presa

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1978), manifiesta que para el proyecto de las presas de gravedad, es necesario determinar las fuerzas que se pueden suponer que afectan la estabilidad de las estructuras. Las que deben de considerarse para las presas de gravedad son las debidas a: la presión del agua, (o subpresión), la presión del azolve, la presión del hielo, las fuerzas producidas por los terremotos, el peso de la estructura y la reacción resultante de la cimentación. Otras fuerzas, entre las que se incluyen los vientos y las olas, son insignificantes para las presas pequeñas y no es necesario considerarlas en los análisis de estabilidad.

Requisitos de estabilidad de la presa

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1978), menciona que las presas de concreto de gravedad deben proyectarse para que resistan, con un amplio factor de seguridad, estas tres causas de destrucción: el vuelco, el deslizamiento y esfuerzos excesivos.

El cálculo de la estabilidad se hace comparando las fuerzas que tienen al producir el deslizamiento de una cierta masa de tierra (fuerzas desestabilizadoras) con aquellas que tienden a contrarrestar el movimiento (fuerzas resistentes) (Lambe y Whitman, 1984).

Vaso de la presa

Comisión Federal de Electricidad (1980c), Manual de Diseños de Obras Civiles Número A.1.9, menciona que un vaso de almacenamiento cumple una función de regulación, esto es, permite almacenar los volúmenes que escurren en exceso para que puedan aprovecharse cuando los escurrimientos sean escasos.

Obra de toma de la presa

Comisión Federal de Electricidad (1983), Manual de Diseños de Obras Civiles Número A.2.2, señala que la función principal de una obra de toma es permitir y controlar las extracciones del agua de una presa o un río, en la cantidad y momento que se requiera. Los elementos indispensables de una obra de toma deben diseñarse de tal manera que cumplan los propósitos siguientes:

- a) Regular y conducir el gasto necesario.
- b) Asegurar, con pequeñas pérdidas de energía, el gasto en la conducción.
- c) Evitar la entrada de basuras, escombros y otros materiales flotantes.
- d) Prevenir, o al menos reducir, el azolvamiento de la conducción.

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), define la obra de toma de un bordo de almacenamiento como una estructura que tiene como función, regular las extracciones que se hagan de él para satisfacer las demandas de agua, en el tiempo oportuno y en cantidad necesario para riego, abrevadero y uso domestico.

Consideraciones necesarias.

Las obras de toma se deben planear de manera que las extracciones se puedan hacer con un mínimo de disturbios de flujo, así como de pérdidas de carga a través de compuertas, rejillas y transiciones.

Clasificaciones.

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), las clasifica como: obras de toma con válvulas a la salida y obras de toma con muros de cabeza de mampostería y compuertas deslizantes. La elección del tipo de obra a escoger estará determinada por la cantidad de agua que se maneje y el aspecto económico de la obra.

Vertedor de demasías

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1978), la función de los vertedores de demasías en las presas de almacenamiento y en las reguladoras es dejar pasar el agua excedente o de avenidas que no cabe en el espacio destinado para el almacenamiento y en las presas derivadoras dejar pasar los excedentes que no se envían al sistema de derivación. La importancia que tiene un vertedor seguro no se puede exagerar, muchas de las fallas de las presas se a debido a vertedores mal proyectados o de capacidad insuficiente. Además de tener suficiente capacidad, el vertedor debe ser hidráulico y estructuralmente adecuado, y debe estar localizado de manera que las descargas del vertedor no erosionen ni socaven el talón de aguas debajo de la presa. Las superficies que forman el canal de descarga del vertedor deben ser resistentes a las velocidades erosivas creadas por la caída desde la superficie del vaso a la de descarga y generalmente es necesario algún medio para disipación de la energía al pie de la caída.

Estudio de Avenidas

La avenida es el producto del escurrimiento por la lluvia, el control de avenidas es la prevención de daños por desbordamientos o derrames de las corrientes naturales, las medidas comúnmente aceptadas para reducir los daños de las avenidas son: reducción del escurrimiento máximo con vasos de almacenamiento y encauzamiento del escurrimiento dentro de la sección de un cauce previamente determinado por medio de bordos, muros de encauzamiento, o un conducto cerrado.

La función de un vaso para control de avenidas, es almacenar una porción del escurrimiento de la avenida, de tal manera que se reduzca el máximo de la avenida en el punto por protegerse. En un caso ideal el vaso está situado inmediatamente aguas arriba del área protegida y se opera para “cortar” el pico o máximo de avenida (Linsley y Franzini, 1975).

Comisión Federal de Electricidad (1980d), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.10, recomienda que para diseñar una obra de excedencias se necesita determinar las avenidas con las que supuestamente va a trabajar, ya sea las que se presentan únicamente en condiciones extraordinarias, o las que frecuentemente se tendrán que manejar.

Secretaria de Recursos Hidráulicos (1973), la determinación de la máxima avenida probable se basa en la consideración racional de las probabilidades de la ocurrencia simultánea de los diferentes elementos o condiciones, que contribuyen a la formación de la avenida. Uno de los factores más importantes, es la determinación del escurrimiento que pueda resultar de la ocurrencia de una tormenta máxima probable, basada en factores meteorológicos.

Comisión Federal de Electricidad (1980), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.2.9, cita que el escurrimiento se origina cuando la lluvia es de tal magnitud que excede la capacidad de infiltración o retención del terreno y vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento y se desplaza por efecto de gravedad hacia las partes más bajas de la cuenca, reconociendo arroyos más cercanos. También

cita que las estimaciones del gasto por medio del método de secciones y pendientes es un problema hidráulico distinto para cada avenida, pero puede utilizarse para tomarse un parámetro y situar la magnitud de las avenidas, basándose en las huellas máximas dejadas por la corriente y a la topografía de la sección transversal, esto utilizando la formula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaria de los Recursos Hidráulicos (1975), menciona que un gran porcentaje de fracaso en las obras hidráulica se deben a la subestación de la avenida máxima de la corriente que es posible esperar, y por lo tanto a la deficiente capacidad de la obra de excedencia para dar paso a la dicha avenida.

Componentes del sistema

Línea de conducción

Podemos definir como línea de conducción, a la obra proveniente de la obra de captación hacia generalmente los tanques de almacenamiento de plantas de tratamiento.

La conducción puede realizarse a través de gravedad o mediante bombeo.

Diseño hidráulico de la línea de conducción: requiere especificar en forma coherente y ordenada los diferentes conductos, nodos de conexión y entregas del agua a los usuarios.

Las tuberías empleadas en los sistemas de abastecimiento de agua son.

- Tubería de fierro.
- Tubería de asbesto–cemento (ac)
- Tubería de policloruro de vinílico (PVC).

La selección del diámetro de la línea de conducción considera los siguientes factores: las velocidades máxima y mínima permisibles, los diámetros nominales disponibles comercialmente, el tipo de material y su resistencia, el tipo de sistema de riego a emplear, el costo inicial de la tubería y el costo de la energía consumida en su operación.

De acuerdo con la lógica comercial, una tubería fabricada con el mismo material y las mismas características de resistencia, su precio aumenta conforme el diámetro es mayor.

Por lo que para conducir un gasto determinado, la tubería más barata será aquella que lo conduzca con la máxima velocidad permisible, porque será la de menor diámetro. Sin embargo, a mayor velocidad del flujo mayores son las pérdidas de energía en la conducción, por tanto, la red diseñada con la máxima velocidad será la más barata pero también la de mayor requerimiento de energía, es por eso que la optimización hidráulica está ligada a la optimización económica.

Sistemas de riego

Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego (Conagua)

El **riego por aspersión** es una modalidad de riego mediante la cual el agua llega a las plantas en forma de "lluvia" localizada.

Los sistemas de riego se pueden agrupar desde varios puntos de vista. Una clasificación de los sistemas de riego y, por cierto ampliamente usada, consiste en agruparlos en presurizados, superficiales y subsuperficiales. Sin embargo, esta clasificación no incluye a los sistemas de tubería con compuertas y al riego por goteo subterráneo. Hoy en día, debido al alto costo que representa utilizar energía para operar los sistemas de riego presurizados, se considera que una clasificación como la que se presenta en el **cuadro 1**, resulta de mucho interés, dado que relaciona el nivel de presión requerida en la operación del emisor o hidrante dependiendo del tipo de sistema de riego.

Los principales sistemas de riego parcelarios que no requieren presión hidráulica adicional al tirante de agua, son los sistemas de riego superficiales o también llamados de gravedad, siendo los más utilizados los surcos y las melgas.

Los sistemas de riego de baja presión con multicompuertas requieren en el hidrante de una presión del orden de 0.1 a 0.2 kg/cm², aunque, puede ser un poco mayor dependiendo de las condiciones de la parcela.

Dentro de los sistemas presurizados, los sistemas de riego localizado requieren presiones en la parcela de 0.5 a 2.5 kg/cm², sin embargo, la aspersión requiere

presiones de 2.0 a 7.0 kg/cm². Los sistemas de riego por aspersión pueden ser del tipo estacionario o de movimiento continuo. Los sistemas estacionarios son los que se colocan en un solo punto mientras aplican el riego, ya sea que se cambien de posición para dar riegos en diferentes partes del terreno o estén en una posición permanentemente. Se les llama de movimiento continuo a los sistemas que se mueven mientras aplican el agua, regando de esta forma amplias extensiones de terreno en una sola aplicación

SISTEMA DE RIEGO PARCELARIO					
SUPERFICIAL		ASPERSIÓN			
Melgas	Presión nula	Estacionarios	Cañón fijo	Cobertura parcial del terreno Alta presión 2-7 kg/cm ²	LOCALIZADO (0.5-2.5 kg/cm ²)
	Cobertura		Side roll		
Surcos	total del terreno	Fijos	Movimiento continuo		
Surcos en contorno	Subsuperficial				GOTEO (0.5–1.3 kg/cm ²)
	Nivel freático	Semifijos	Pivote central		
Corrugaciones	controlado		Cañón viajero		MICROASPERSIÓN 81.3-2.5kg/cm ²
Cajetes					
MULTI-COMPUERTAS	Baja presión (0.1-0.2 kg/cm ²)	Portátil	Avance frontal		

Cuadro 1 Clasificación de los sistemas de riego parcelarios con base en el nivel de presión requerida en el emisor o hidrante.

El sistema de riego contemplará suministro de Tubería de PVC, válvulas de control, piezas especiales y accesorios que nos permite poder hacer una planeación del rendimiento que se desee alcanzar, de acuerdo con el potencial del cultivo sobre la base de los paquetes tecnológicos más actuales.

Aspersión fija

Son equipos con todos sus elementos permanentes sobre el campo.

Red de distribución

El diseño hidráulico de la red de conducción y distribución de un sistema de riego constituye una etapa esencial en la elaboración de un proyecto ejecutivo de tecnificación del riego. El diseño hidráulico consiste en determinar los diámetros y longitudes de la tubería de conducción, de tal forma que las condiciones hidráulicas de funcionamiento sean satisfechas. Esto es, que el agua se distribuya en los diferentes puntos de la red con los gastos y cargas de presión impuestos por el proyectista.

Excavación de zanjas

Se entenderá por excavación de cepas la que se realice de acuerdo con el proyecto para alojar las tuberías de las redes de agua para riego agrícola, incluyendo la operaciones necesarias para amacizar, afinar y limpiar la plantilla y taludes de la misma; colocar la plantilla apisonada, relleno apisonado y relleno a volteo.

Cañón

Son aspersores de gran tamaño que cubren diámetros mayores a 70 m. pueden moverse manual o mecánicamente.

SISTEMA	TOPOGRAFIA	TASA DE INFILTRACIÓN	TOLERANCIA AL AGUA	VIENTO
Aspersión	Terreno nivelados o con pendientes.	Adaptables a cualquier tasa de infiltración	Adaptable a la mayoría de cultivos. Puede favorecer el desarrollo de hongos y enfermedades del follaje y la fruta	Vientos fuertes pueden afectar seriamente la eficiencia del sistema
Gravedad	Los terrenos tienen que estar a nivel o con pendientes pequeñas (del orden de 1%). Se pueden utilizar terrazas y vegetación para aumentar la pendiente.	No es recomendable para suelos con tasas de infiltración mayores a unos 6 cm/hr o suelos con tasa de infiltración muy bajas	Adaptable a la mayoría de los cultivos. Puede causar daños a tuberosas y plantas que tengan baja tolerancia al anegamiento	Vientos fuertes pueden afectar la eficiencia en suelos no vegetados. Usualmente no se considera
Goteo	Adaptable a cualquier topografía.	Adaptable a suelos con texturas medias y finas que presentan buena conducción capilar	Adaptable a cualquier cultivo	El viento no tiene efecto alguno
Micro aspersión	Adaptable a cualquier topografía.	Adaptable a cualquier tipo de suelo. Especialmente útil con suelos de conducción capilar pobre	Ningún problema	El viento puede afectar seriamente la eficiencia

Cuadro 2 Características de los principales sistemas de riego.

Sistema de descarga.- Este sistema comprende los elementos necesarios para conducir el agua desde la bomba hasta la red de conducción de la zona de riego. Las partes de la descarga son la tubería, el cuello de ganso y los accesorios.

Tubería de descarga: cuando la planta de bombeo tiene varias unidades, cada una puede descargar individualmente. Sin embargo, por razones económicas, es conectar cada tubería de descarga a una de mayor diámetro. Si la bomba descarga a una tubería de gran longitud su diámetro puede ser mayor que la descarga de la bomba, para disminuir las pérdidas por fricción. Con objeto de minimizar las pérdidas de carga por fricción en la descarga se deben evitar las siguientes prácticas: diseñar el sistema para operar con la válvula de descarga parcialmente cerrada; emplear una tubería de descarga de menor diámetro que la brida de descarga de la bomba; aumentar en forma brusca el diámetro de la tubería; conectar la tubería de descarga a otra de mayor diámetro en ángulo recto (la conexión debe ser en Y en la dirección del flujo); tuberías con cambio de dirección horizontal y vertical para eliminar codos y otras piezas especiales; apretar los tornillos en forma desalineada, ya que se pueden desgastar las superficies de contacto, coplees, cojinetes o sobrecargar el motor.

Accesorios: Todas las tuberías de descarga deben disponer de ciertos accesorios, a saber, válvulas, medidor y filtro.

- a) **Medidores:** Se deben instalar medidores, con llave para cortar el flujo, así como un medidor de gasto, con totalizador. Los medidores de propela cuentan con un propulsor cónico conectado a un registrador mediante una serie de engranes. La hélice o propela queda suspendida frente al centro del flujo. La velocidad de la

helice es proporcional a la velocidad del flujo en la tubería, y, como la sección transversal de la tubería es conocida se puede conocer el gasto. El medidor

- b) **Válvula eliminadora de aire:** Se usan para expulsar el aire de la tubería luego de iniciarse la operación la operación de la bomba; se ubican después de la descarga de la bomba y de la junta flexible. Se pueden instalar en las tuberías de descarga muy largas y en las cortas con cambios bruscos de dirección.
- c) **Válvulas de retención (check):** Se usan para retener la masa de agua que se encuentra en la tubería, cuando la bomba suspende su operación y atenuar el efecto del golpe de ariete.
- d) **Válvulas de compuerta:** Se emplea para aislar alguna sección de la tubería o para cebar o reparar; está diseñada para operar abierta o cerrada.
- e) **Válvulas de mariposa:** Se pueden emplear para regular el gasto y, en ciertos casos, gracias a su diseño hidrodinámico, para estrangular la descarga de una bomba. Pueden sustituir a las válvulas de compuerta para presiones bajas; sus ventajas respecto a estas válvulas: menor peso, tamaño y costo.
- f) **Válvulas de alivio contra golpe de ariete:** Se usan para proteger al equipo de bombeo y la tubería de los cambios bruscos de presión que se producen en el arranque o paro del equipo. Estas válvulas se abren y cierran automáticamente cuando la presión en el sistema es mayor que la presión de calibración y se localizan después de los otros elementos de control o al principio de la tubería de descarga común. La descarga de la válvula se debe guiar hacia aguas abajo y sin posibilidad de ahogamiento. El diámetro de la válvula se determina consultando el catalogo del fabricante. Antes de que el agua deje de salir por el último gotero (el que este más lejos), con el fin de lavar los productos químicos.

Aspersor: Un aspersor o sorpersor, es un dispositivo mecánico que en la mayoría de los casos transforma un flujo líquido presurizado y lo transforma en rocío, asperjándolo para fines de riego.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio técnico del proyecto

ASPECTOS GENERALES:

Nombre de la obra: **CÁLCULO Y DISEÑO DE UN COMPLEJO AGRÍCOLA**

Ejido: **Rancho Nuevo**

Municipio: **Saltillo**

Estado: **Coahuila**

Inversión: \$ **2,386,035.91**

Finalidad de la obra: **Construcción de una presa de mampostería, con fines de riego por aspersión.**

Presa de mampostería

Propósito de la obra:

Utilizar racionalmente el agua de escurrimiento de los pequeños manantiales y derivarlos hacia las parcelas de cultivo con un sistema riego por aspersión.

Localización

La presa de mampostería se pretende construir en la intersección de los arroyos Las Iglesias y La Paulina del ejido de Rancho Nuevo, el cual se localiza a 45 kilómetros de la cabecera municipal de Saltillo. Su ubicación geográfica es 25°14'47.17" latitud Norte y 101°21'43.96" longitud Oeste a 2007 msnm.

Ubicación del municipio de Saltillo

En el plano general del estado

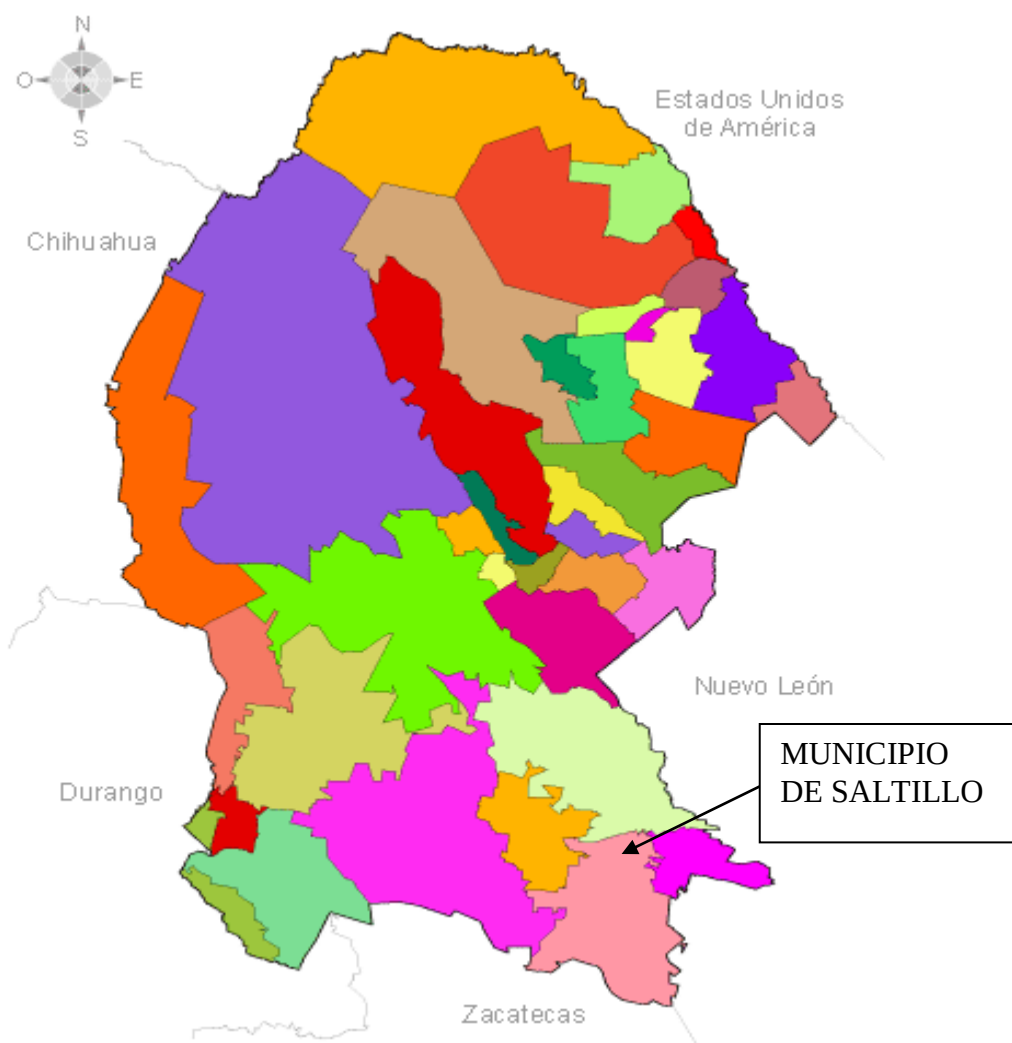


Figura 1 Ubicación del municipio de Saltillo en el mapa del estado de Coahuila

La localización exacta del sitio del proyecto describe a continuación, Partiendo de la Ciudad de Saltillo, la distancia hasta llegar a Rancho Nuevo, de ahí se recorren 16 Km. Rumbo a General Cepeda. para mejor ubicación ver el croquis de localización.

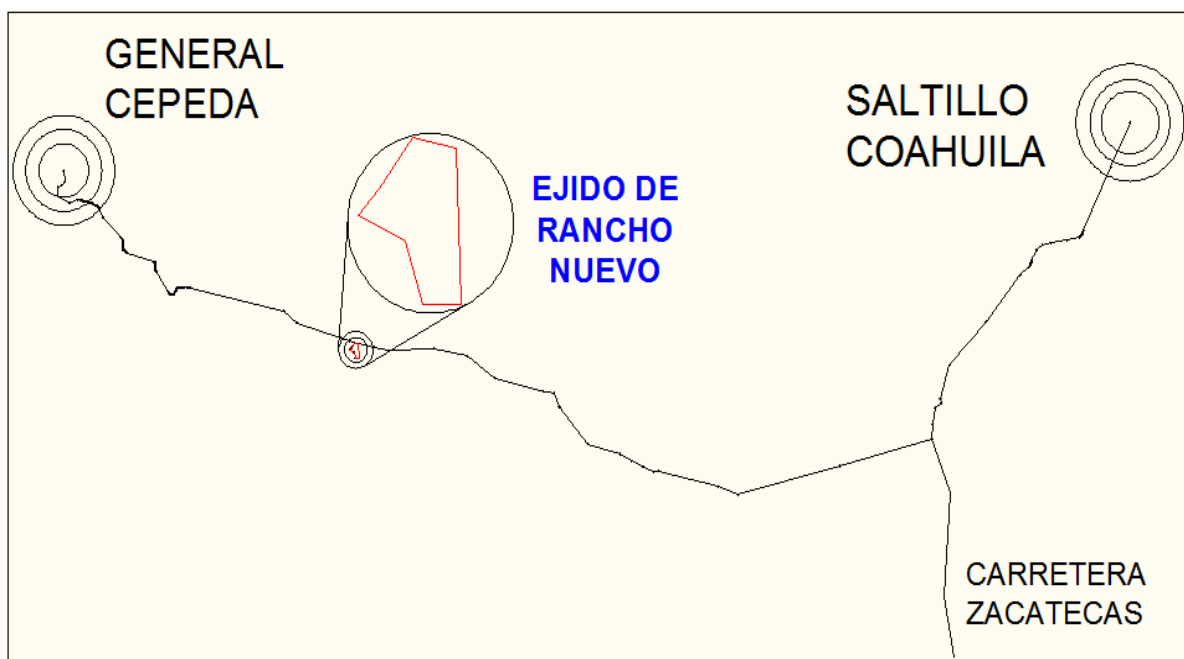


Figura 2 Croquis de ubicación del Ejido de Rancho Nuevo

Vías de comunicación

El ejido de Rancho Nuevo del municipio de Saltillo, se ubica al sur-poniente de la cabecera municipal a una distancia de 25 km de la ciudad de Saltillo por la carretera estatal 54 hasta el entronque a General Cepeda transitando posteriormente por la carretera 588 hasta el ejido.

Indicadores

Actualmente los productores de la llamada agricultura de temporal tienen rendimientos muy bajos (de 550 a 1,050 kg/ha en maíz), pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial.

Por lo anterior, se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones que se presentan en la región, motivo por

el cual se propone la construcción de presas de mampostería en arroyos con pequeños manantiales con afines de riego.

Se pretende incrementar los rendimientos en el cultivo de maíz de grano esperando obtener una producción de 10 toneladas por hectárea. Si del maíz es forraje para ensilar, se espera obtener una producción de 10 a 20 toneladas por hectárea.

Resumen ejecutivo del proyecto

La superficie que se va a beneficiar con el proyecto son 25 ha de agricultura bajo condiciones de riego a presión. Con éste proyecto se pretende beneficiar directamente a 34 productores del ejido Rancho Nuevo y en forma indirecta a todos los habitantes de la localidad. Los solicitantes cuentan con un censo ganadero de 134 cabezas de ganado vacuno, 148 ovinos y 59 cabezas de ganado caprino.

Los productores solicitan apoyo para la construcción de una presa derivadora de mampostería en los arroyos Las Iglesias y La Paulina donde se localiza un pequeño manantial que a la fecha no se ha utilizado por décadas, 4,008 metros de conducción hacia la parcela y sistema de riego por aspersión fija para 25.2 ha.

El objetivo principal, es el de crear y optimizar la infraestructura hidráulica para mejorar la actividad agrícola, aprovechando el escurrimiento del agua y con sistemas riego a presión obtener cosecha segura y con buenos rendimientos en la producción

de los cultivos, también ayudar a evitar la erosión eólica e hídrica, incrementando la cobertura vegetal.

Una vez construida la presa derivadora, se logrará un mejor aprovechamiento del los escurrimientos superficiales, los cuáles servirán para obtener e incrementar los rendimientos de los cultivos (maíz, sorgo forrajero, avena y alfalfa) con lo cual, el ganado contará con mejor alimentación lo que le permitirá incrementar su peso y mejorar sus parámetros reproductivos y de sanidad.

Todo esto va a repercutir en una mayor ganancia de peso en los becerros, los cuáles pueden ser destetados, con más kilos a menor edad y la venta se puede realizar a mejor precio, con ello los productores incrementan sus ingresos y les permite mejorar las condiciones de vida de sus familias.

Análisis F.O.D.A.

FORTALEZAS

- Profesionistas muy preparados, altamente capacitados.
- Gente muy trabajadora con muchas ganas de salir adelante
- Proyecto de calidad y confiabilidad.
- Experiencia en la formulación de este tipo de proyectos.
- Capacidad de resolver problemas.
- La obra tiene la acreditación necesaria.

OPORTUNIDADES

- ♣ El gobierno apoya este tipo de proyectos.
- ♣ Se podrían aplicar nuevas tecnologías.
- ♣ Los márgenes de ganancia son muy buenos.
- ♣ Los clientes finales responden ante nuevas ideas.
- ♣ Se puede lograr mejores acuerdos con los mercados.

DEBILIDADES

- La ideología del campesino.
- Organizar a productores.
- Convencer a los propios beneficiados.
- Presupuesto limitado.
- Procesos y sistemas de apoyo no muy definidos.

AMENAZAS

- Impacto de la legislación.
- La demanda del mercado es estacional.
- Vulnerabilidad ante grandes productores.
- Las consecuencias de los cambios bruscos de clima.
- Alta inversión.

Estrategias

Lograr los mayores ingresos posibles utilizando prudentemente recursos tales como tierra, trabajo y capital, a fin de alcanzar el mayor beneficio con cultivo, establece los factores críticos de éxito que permiten alcanzar rentabilidades financieras competitivas en el desarrollo de proyectos agrícolas, y por este medio se divulga las bondades que este tipo de proyecto pueden aportar como una opción de inversión, si se maneja de manera adecuada, lo que determina el desarrollo exitoso del mismo.

Impacto ambiental

En este sentido, con el siguiente proyecto se pretende cumplir todas las normas que de calidad que se necesiten, para que de esta forma no se afecte a la zona, tanto a las personas como al medio ambiente. El material empleado en dicho trabajo cumple con las normas de calidad, así como los trabajos a realizarse en la zona proyectada. Por lo tanto no requiere la realización de un estudio de impacto ambiental.

Climatología

El clima de la región es BSO h_x’, que se ubica dentro de los subtipos secos y semicálidos, con lluvias predominantes en el periodo de mayo-septiembre.

El tipo de suelo es franco-limoso y la vegetación es predominantemente matorral inerme y subinerme y de crasorosulifolius. Precipitación media anual es de 350 a 400 mm

Cartografía de climas

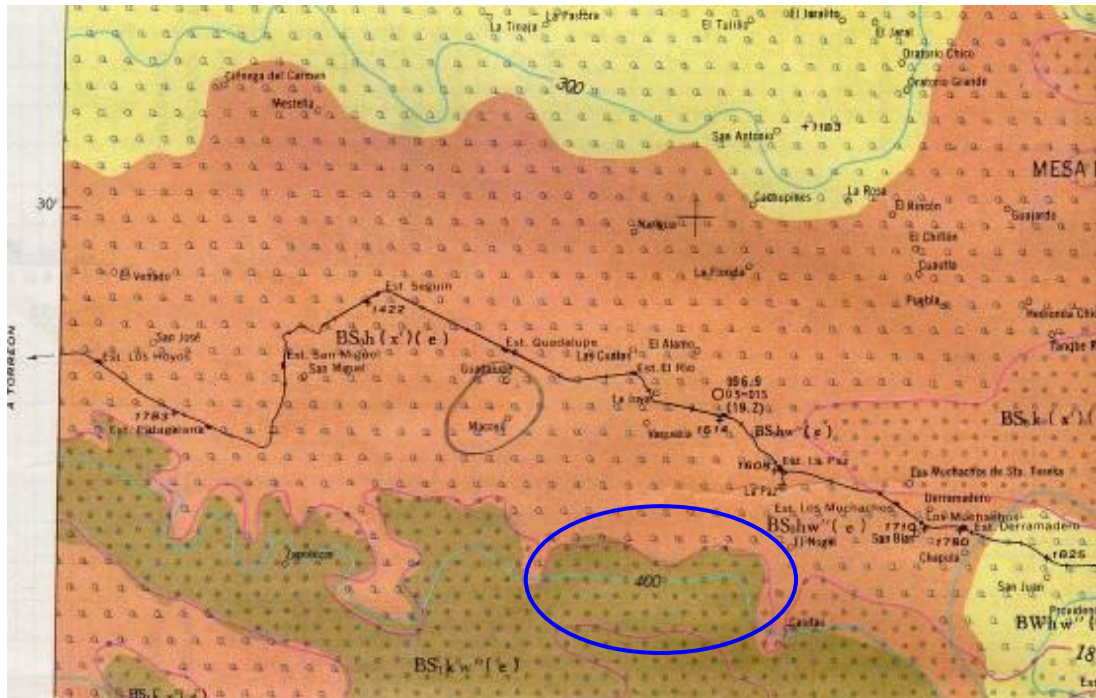


Figura 3 Carta de climas Ejido Rancho Nuevo; precipitación 400 mm

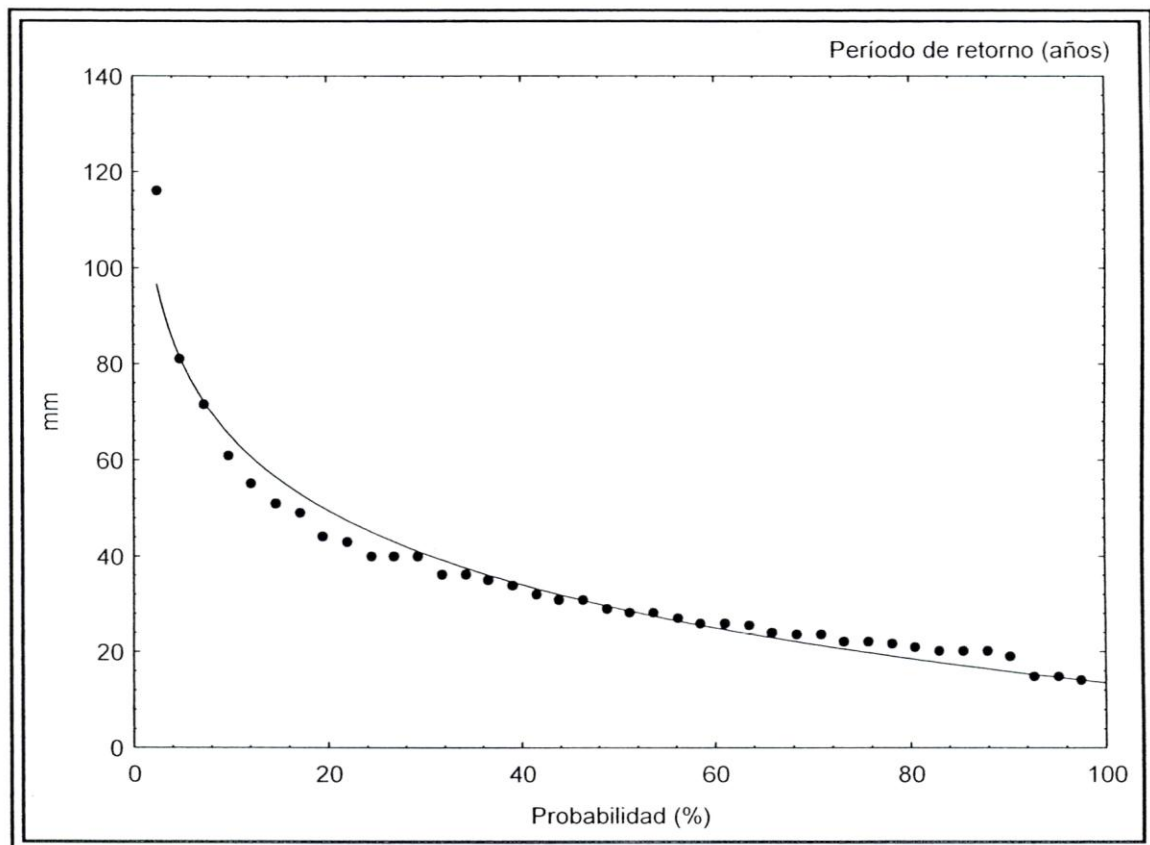


Figura 4 Curva de la probabilidad de las precipitaciones

Para el análisis del estudio hidrológico se tomo en cuenta los datos de las precipitaciones de General Cepeda Coahuila, las primeras se describen en el *Cuadro que se encuentra en el apartado de anexos y* conforme a estas precipitaciones se obtuvo el periodo de retorno de lluvias máximas.

Temperaturas.

La temperatura es extremosa, variando considerablemente en alguna época del año, alcanzando temperaturas de 37° en el verano y en el invierno con temperaturas 6° bajo cero, considerando esto, se alcanza una media anual de 19°.

Régimen de lluvias.

La precipitación media anual de esta región oscila entre los 300 a 400 mm. La época de lluvias va de Mayo a Septiembre. El mes con más lluvias abundantes es Agosto y el mes más seco es Marzo.

Evaporación.

La evaporación que presenta es de 1900 a 2500 mm, siendo más alta a finales de primavera y todo el verano y la más baja en invierno. El mes más alto puede ser de hasta 300 mm. y el más bajo de 82 mm. *El cuadro de las Normales Climatológicas se encuentra en el apartado de anexos*

Vientos.

Los vientos predominantes soplan en dirección norte con velocidades de 1.4 m/s.

Estudios hidrológicos

La presa de mampostería tiene una cuenca de 20 km².

Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales el volumen de escurrimiento anual es de 800,000 m³.

Área de la cuenca.....20 km²= 20, 000,000 m²

Precipitación media anual.....400 mm = 0.4 m

Volumen anual por lluvia precipitada.....8, 000,000 m³

Coeficiente de escurrimiento.....0.1 = 10%

Volumen anual escurrido.....800,000 m³

Volumen aprovechable.....60% = 480,000 m³

Características ambientales

Vegetación

En la parte de las montañas predominan los matorrales inerme y subinerme y de crasorosulifolius.

Geología

El tipo de roca del que está compuesto el suelo es franco- limoso.

Características del suelo

El tipo de suelo es franco-limoso y la vegetación es predominantemente matorral inerme y subinerme y de crasorosulifolius.

Cuenca

La obra derivadora tiene una cuenca de 20 km². Esta área se determino por un método muy práctico y eficiente “el método de la cuadrícula” usando una carta topográfica. Figura 5. Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales de 400 mm el volumen de escurrimiento anual es de 800 ,000 m³.

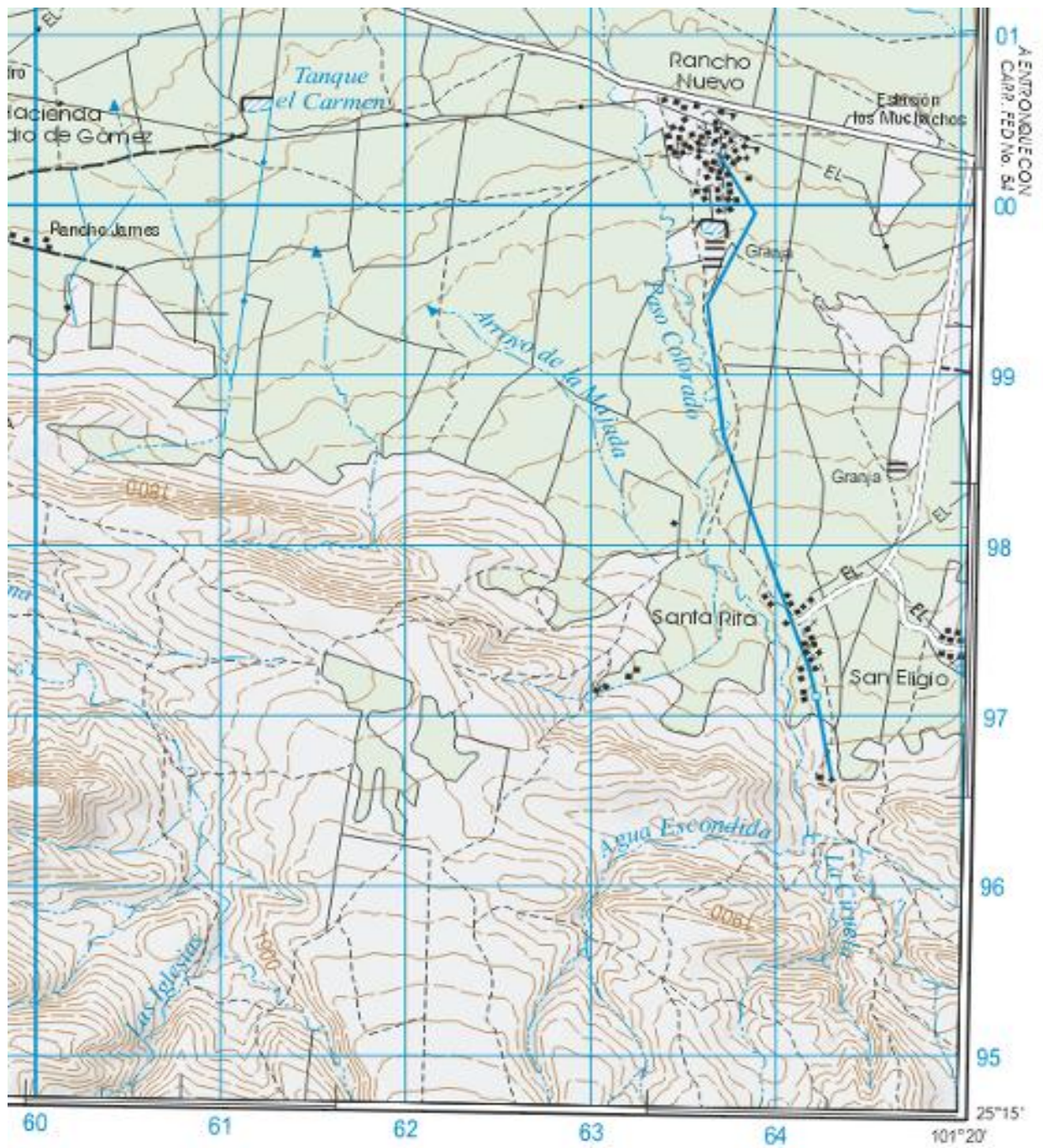


Figura 5 Cuenca de estudio en km² Área = 20 km²

Coeficiente de escurrimiento

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento del Cuadro 3, se tomaron en cuenta las cartas topográficas de la región (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992), los cálculos incluyen valores del cuadro 4 y que a la vez se hace uso de la siguiente ecuación;

$$Ce = (Ce / Ac + Ce / Pm + Ce / Cv + Ce / Gs) / 4$$

Descripción		Coeficiente de escurrimiento
Área de la cuenca	20 km ²	0.15
Precipitación	400 mm	0.05
Cubierta vegetal	Bosque matorral	0.10
Permeabilidad del terreno	Moderada permeabilidad	0.15

Cuadro 3 Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio

$$Ce = (0.15+0.05+0.10+0.15) / 4$$

$$Ce = 0.1125$$

Coeficiente de escurrimiento por área de cuenca	Área de cuenca (km²)	Ce/Ac
	Menor de 10	0.20
	11 a 100	0.15
	101 a 500	0.10
Coeficiente de escurrimiento por área de cuenca	Precipitación media anual (mm)	Ce/Pm
	Menor de 800	0 a 0.05
	801 a 1,200	0.06 a 0.15
	1,201 a 1,500	0.16 a 0.25
	Mayor de 1,500	0.35
Coeficiente de escurrimiento por cubierta vegetal	Cubierta vegetal	Ce/Cv
	Bosque matorral	0.05 a 0.20
	Pastos y cultivos	0.01 a 0.30
	Sin vegetación	0.25 a 0.50
Coeficiente de escurrimiento por permeabilidad del terreno	Grupos de suelo	Ce/Gs
	Alta permeabilidad	0.05 a 0.25
	Moderado permeabilidad	0.01 a 0.30
	Baja permeabilidad	0.25 a 0.60

Cuadro 4 Coeficientes de escurrimientos

Escorrentimiento medio anual

Considerando el área de la cuenca (20 km²) y considerando la precipitación media anual de la zona de los últimos años (400 mm). El cálculo del escorrentimiento medio anual se realizó aplicando la siguiente fórmula;

$$EmA = (A \times Ce \times Pm)$$

Donde:

EmA = Escorrentimiento medio anual (m³)

Ce = Coeficiente de escorrentimiento.

A = Área de cuenca (km²)

Pm = Precipitación media anual (mm)

$$EmA = (20,000,000 \text{ m}^2 \times 0.1 \times 0.40 \text{ m})$$

$$EmA = 800,000 \text{ m}^3.$$

Cálculo del volumen anual escurrido

Calculando el volumen anual por lluvia podemos calcular el volumen anual escurrido, basta con solo hacer una conversión y multiplicarlo por un coeficiente de escorrentimiento. Este coeficiente se estima por un valor promedio de los escorrentimientos anuales. Debido a que durante el año los escorrentimientos son uniformes o muy variables, que ocurren escorrentimientos hasta del 50%, 20%, 10%, 5%, 4%

aproximadamente, aquí en esta zona o lugar se estima para la región 0.1 que es igual a un 10%.

Por lo tanto:

$$Va_{esc} = (Ce \times EmA)$$

Donde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento.

EmA = Escurrimiento medio anual (m³).

$$Va_{esc} = (0.1 \times 800,000 \text{ m}^3)$$

$$Va_{esc} = 800,000 \text{ m}^3.$$

Cálculo del volumen aprovechable medio anual

$$VAMA = 0.7 (EmA)$$

$$VAMA = 0.7 (800,000 \text{ m}^3)$$

$$VAMA = 560,000 \text{ m}^3.$$

Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable

Método directo

Método de secciones y pendientes

La Secretaria de los Recursos Hidráulicos, (1975); dice que la determinación del gasto de una avenida utilizando el método de sección y pendiente es de utilidad para fijar el gasto de diseño para la obra de excedencias y servirá de comparación con el gasto determinado con las curvas envolventes.

Método indirecto

Curva envolvente: Creager obtuvo datos sobre avenías máximas registradas en diferentes cuencas del mundo y se formó una grafica de envolventes mundiales en las que se relaciona el área de cada cuenca (A), con el gasto por unidad de área (q), trazó una envolvente cuya ecuación resultó:

$$q = 1.303 (C (0.386 A)^i)^{-1} A^{-1}$$

Donde:

$$i = 0.936 / (A)^{0.048}$$

A= área de la cuenca, en km²

q = gasto máximo por unidad de área de la cuenca, en m³ /seg./km²

Fórmula racional: Es de las más antiguas (1889) y probablemente todavía una de las más utilizadas, considera que el gasto máximo se alcanza cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración. La fórmula racional es:

$$Q_p = 0.278 C i A$$

Donde:

Q_p = gasto máximo o pico, en m^3 / seg .

C = coeficiente de escurrimiento

i = intensidad media de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, mm / h

A = área de la cuenca, en km^2

Cálculo de la avenida

Avenida máxima

La avenida máxima se determino utilizando el método de Dickens traduciendo al sistema métrico y también son aceptables para realizar una comparación.

$$Q = 0.0139 C (A)^{0.75}$$

Donde:

Q = Gasto de proyecto, en (m^3 / seg.).

A = Área de la cuenca, en (km^2).

C = Coeficiente que depende de las características de la cuenca y de la precipitación = 400 mm.

0.0139 = Factor de conversión y de homogeneidad de unidades.

$$Q = 0.0139 (300) (20 \text{ km}^2)^{0.75}$$

$$Q = 39.43 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Características Topográficas De La cuenca	Para Precipitaciones De 10 cm en 24 horas.	Para Precipitaciones De 15 cm en 24 horas.
Terreno plano	200	300
Con lomerío suave	250	325
Con mucho lomerío	300	350

Cuadro 5 La secretaría de comunicaciones y transportes propone valores de C extraídos del “Manual para Ingenieros de Carreteras” de Harger y Bonney.

Métodos para calcular avenidas en cuencas no aforadas

Los métodos estarán en función de los datos que se tengan en cuanto a parámetros de precipitación, características de la cuenca, y de más datos que pueda haber en la región; en todos estos métodos es indispensable tener la carta topográfica del área a analizar donde se va a realizar el estudio. Es necesario tener en cuenta, que los datos de precipitación, no precisamente son de la cuenca en estudio dado que uno de los mayores problemas que existen es la falta de estaciones climatológicas. En algunas estaciones climatológicas existen solamente pluviómetros, razón de tomar como dato la lluvia máxima en 24 horas y en otras no se tiene la descripción de la lluvia, lo cual nos indica que se deben tomar los datos de precipitación de la estación más cercana, asumiendo que las características de la lluvia son semejantes, por ser una región con características similares (áridas y semiáridas).

Método de Ryves

$$Q = 10.106 (A)^{0.67}$$

A = área de la cuenca, en km^2

$$A = 20 \text{ km}^2$$

$$Q = 10.106 (20 \text{ km}^2)^{0.67}$$

$$Q = 75.20 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Método de Valentini

$$Q = 27 (A)^{0.5}$$

A = área de la cuenca, en km^2

$$A = 20 \text{ km}^2$$

$$Q = 27 (20 \text{ km}^2)^{0.5}$$

$$Q = 120.74 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Método de Kuichling

$$Q = \left(\left(\frac{3596.24}{A + 958.296} \right) + 0.081 \right) A$$

A = área de la cuenca, en km^2

$$A = 20 \text{ km}^2$$

$$Q = \left(\left(\frac{3596.24}{20 + 958.296} \right) + 0.081 \right) 20$$

$$Q = 75.14 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Método	Avenidas $\text{m}^3/\text{seg.}$
Método de Dickens	39.43
Método de Ryves	75.20
Método de Valentini	120.74
Método de Kuichling	75.14

Cuadro 6 Calculo de avenidas (S.A.R.H., 1985)*, (S.C.T., 1984) **

*Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

**Secretaria de Comunicaciones y Transporte.

Capacidad de almacenamiento

El vaso de la presa se obtuvo a través de un levantamiento topográfico, tiene la capacidad de almacenar 24,000 m³.

Diseño de la obra

Características de la obra

Obra derivadora y almacenamiento:

Obra para retención de agua de manantial.

El muro de retención se construye con mampostería.

La obra cuenta con un vertedor de demasías y obra de toma.

Longitud de la cortina..... 34.5 m

Ancho de la corona..... 1 m

Altura máxima..... 7 m

Elevación de la corona..... 2021 msnm

Elevación de embalse máximo..... 2022.1 msnm

Ancho de la base..... 5.25 m

Talud aguas arriba..... 0.0

Talud aguas abajo..... 0.75

Obras de excedencias

Cálculo del vertedor

El vertedor de demasías de la presa derivadora de mampostería tiene capacidad para desfogar más de 55.98 m³/seg. Para calcularlo se usó la siguiente fórmula:

$$Q = b m (2g)^{1/2} (H)^{3/2}$$

Donde:

m = Coeficiente de gasto

b = Ancho del vertedor (m)

b = 17.5 m

m = 0.49; vertedor tipo Creager

H = 1.1 m

$$Q = 17.5m \times 0.49 (2 \times 9.81)^{1/2} (1.1 m)^{3/2}$$

$$Q = 55.98 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Estimación de los coeficientes de seguridad del muro de ciclopio

La presa es un muro vertical con un solo lado, es de ciclopio con un altura (h) hasta la cresta desde el nivel del suelo de 7.0 m, más la altura del nivel del agua H= 7.57 m, el peso específico del ciclopio (Yc) es de 2,300 Kg/ m³, (B) es la sección del

muro de un metro de ancho, el peso específico del agua (γ) es de 1,000 Kg/ m³, a continuación se tiene el desarrollo de todos los cálculos.

Fuerza Resultante de la Presión Hidrostática sobre el muro.

$$F_{R.P.H} = A_{D.P} \times B$$

Donde:

$A_{D.P}$ = Área del diagrama de presiones.

B = Sección del muro de un metro de ancho.

Tenemos que el área del diagrama de presiones es:

$$A_{DP} = \left(\frac{(\gamma_{AGUA} * H) * H}{2} \right)$$

$$A_{DP} = \left(\frac{(1,000_{KG/M^3} * 7.57) * 7.57}{2} \right)$$

$$A_{DP} = 28,652 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto:

$$F_{R.P.H} = A_{D.P} * B$$

$$F_{R.P.H} = 28,652 \text{ kg/m} * 1\text{m}$$

$$F_{R.P.H} = 28,652 \text{ kg}$$

$$F_{R.P.H} = 28.652 \text{ Ton}$$

Área del muro

$$A = B \times h$$

$$A = 36.75 \text{ m}^2$$

Volumen del muro

$$V = A \times B$$

$$V = 36.75 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$V = 36.75 \text{ m}^3$$

Peso del muro

$$W = V \times Y_{\text{CICLOPIO}}$$

$$W = 36.75 \text{ m}^3 \times 2,300 \text{ kg/m}^3$$

$$W = 84,525 \text{ kg.}$$

$$W = 84.52 \text{ ton.}$$

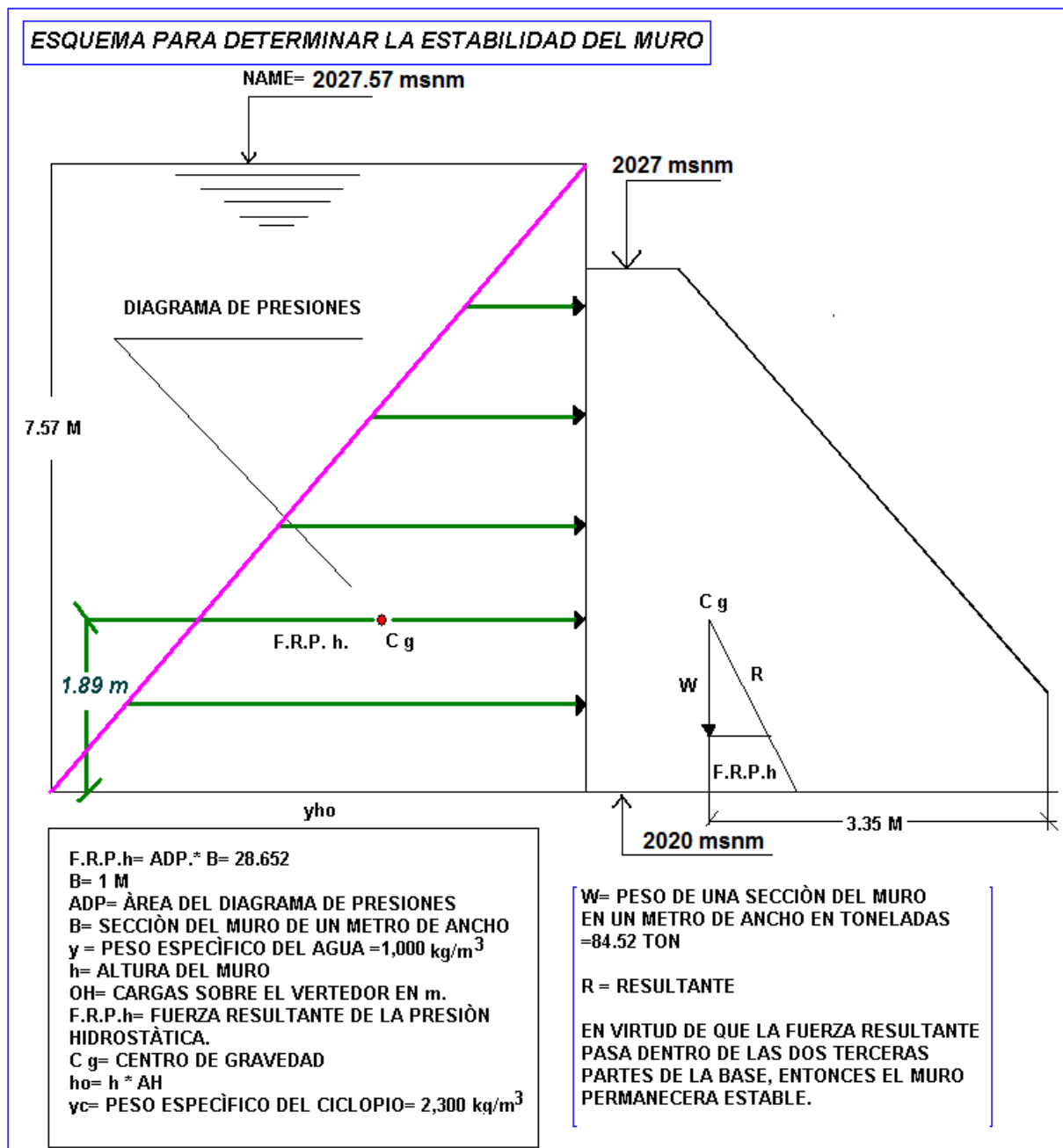


Figura 6 Diagrama de presiones

Obra de toma

La obra de toma se proyecta en el marco derecho del muro, visto de aguas abajo.

La obra de toma cuenta con 1 tubería de alimentación con diámetro 8".

Válvula de 2" palanca para abrir y cerrar.

Respiradero de 2" para evitar succión.

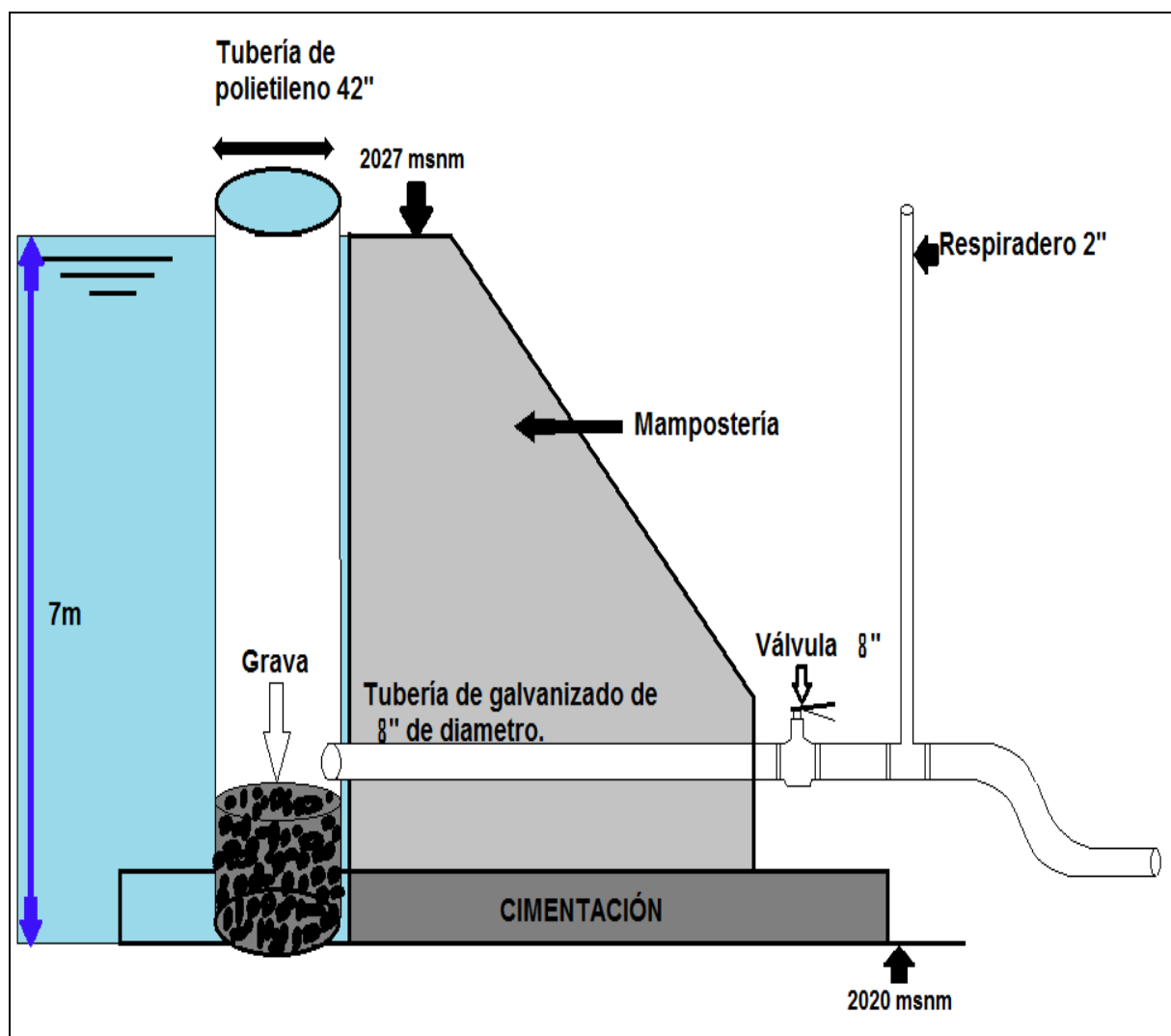


Figura 7 Obra de toma

Norma de riego

Tomando en cuenta las precipitaciones medias de la región, tenemos que la norma de riego es de 4,500 m³/ha para el cultivo de maíz. El cálculo se hizo por el método de Blaney y Criddle.

Posible área a irrigada:

Con la construcción del sistema de entarquinamiento, tomando en cuenta los volúmenes de las escorrentías aprovechables de dicho lugar, se podrían irrigar por entarquinamiento 80 hectáreas. El área que se puede irrigar, tomando en cuenta el potencial hídrico aprovechable, se determina por la siguiente fórmula:

$$Ai = \frac{W}{M} = Ha$$

Donde:

Ai = ÁREA POSIBLE A IRRIGAR (ha)

W = VOLUMEN TOTAL APROVECHABLE (m³)

M = NORMA DE RIEGO PARA ENTARQUINAMIENTO (m³/ha)

$$Ai = \frac{480,000 m^3}{4,500 m^3 / ha} = 106.6 ha$$

Línea de conducción

El agua es un recurso vital para el ser humano, es imposible pensar que podamos desarrollarnos sin este recurso. En las actividades productivas del hombre, en especial en la agricultura, el no contar con cantidades suficientes ocasiona que estas actividades se vean limitadas.

Actualmente en nuestro país se ha venido dando una tecnificación de los sistemas de riego, ya que es necesario aprovechar el agua de manera eficiente y eficaz, debido a que la cantidad del recurso agua es cada vez más escasa lo que crea imprescindible un mejor empleo de ella.

Una presentación de ésta tecnificación es la renovación de sistemas de riego o implementación de nuevos sistemas, es decir, el diseño de mejores redes de conducción y distribución. Uno de estos sistemas que permiten lograr lo anterior es el entubamiento de agua para la conducción y distribución a los puntos requeridos.

Obviamente el traslado de un volumen de agua de un punto a otro requiere de energía, ésta en algunos casos puede ser obtenida del mismo medio donde se implementan los sistemas como es el caso de la presa que nos proporcionará la energía debido a la diferencia de posición entre la presa y el área a regar.

Levantamiento topográfico

Importancia de los datos topográficos del terreno

- 1.- Determinación de la poligonal del terreno y ubicación de detalle, puntos específicos como; fuente de agua, construcciones, caminos, líneas eléctricas etc.
- 2.- Determinación de la altimetría (relieve) del terreno, información clave para el cálculo hidráulico del sistema, así como también para la determinación de los accesorios de protección a seleccionar el sistema.

Herramientas y equipos tradicionales

- Nivel, tránsito, teodolito o estación total.
- Sistemas de Geoposicionamiento (GPS).
-

Procesamiento de la información

Una vez que se tiene la información de campo, el siguiente paso es transferir los datos del GPS a un Software llamado Autocad. Es importante que los datos estén en coordenadas UTM.

- El objetivo de transferir los datos a este Software, es el de poder tener un primer replanteo de los puntos en un plano global.
- Así es como quedan plasmados los puntos, que procesamos desde el GPS, hasta el Autocad.
- Posteriormente se unen los puntos de acuerdo al croquis de campo para tener la poligonal definida.
- Con la Poligonal dibujada, procedemos a diseñar el sistema de riego



Figura 8 Levantamiento topográfico para identificar posible área a irrigar

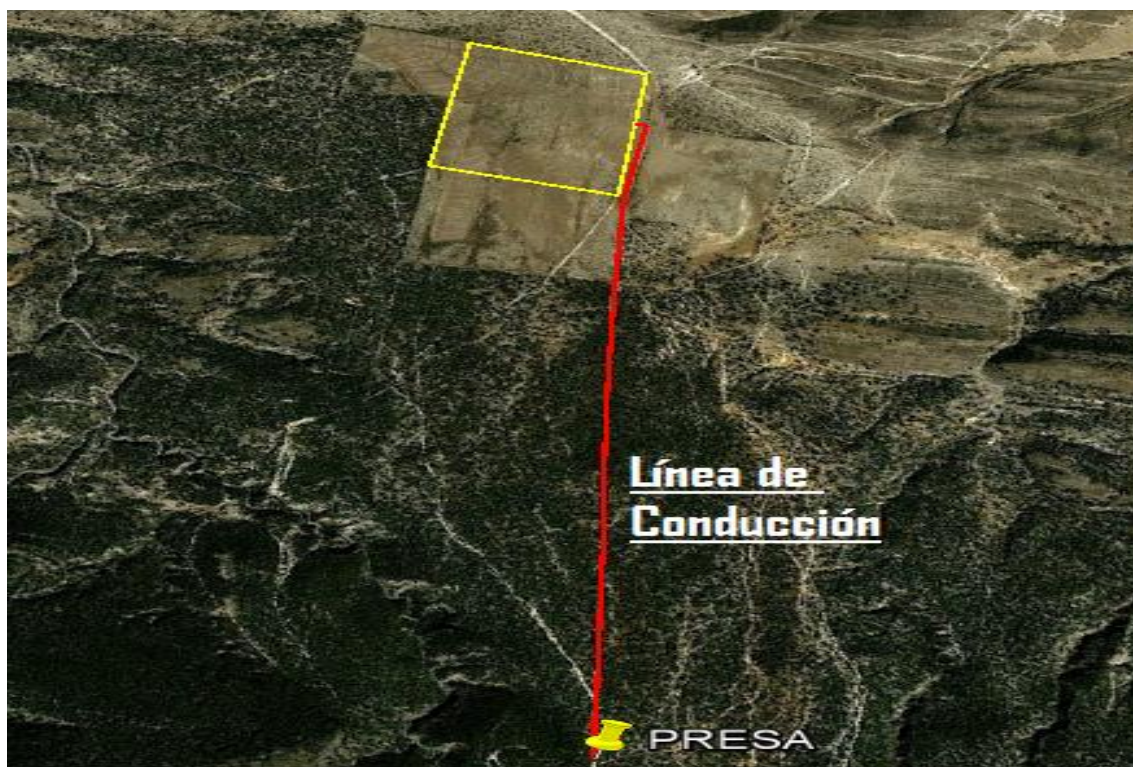


Figura 9 Línea de Conducción desde la presa hasta el área de riego

Diseño de la red de conducción.

Al momento de diseñar una red de conducción es necesario tomar en cuenta la cantidad de agua requerida por el cultivo para no insertar cantidades de agua mayores a las requeridas, lo que permitirá un mejor uso del líquido.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es el trazo de las líneas de distribución, las cuales deben contar, en la medida de lo posible, con la menor cantidad de pérdidas de carga (mínimos cambios de dirección, empleo de accesorios estrictamente necesarios, correcto dimensionamiento de las tuberías, velocidad de flujo adecuada etc.).

Principales ventajas y características de la línea de conducción de Extrupak:

Facilidad de manejo: Al comparar tuberías similares se encontró que las tuberías de PEAD pesan 8 veces menos que el acero (cédula 40) y 3 veces menos que el asbesto cemento, lo que genera ahorros considerables en el manejo para acarreo e instalación de éstos sistemas, principalmente en zonas montañosas o lugares de difícil acceso.

Sistema de unión por termofusión: Este sistema de tubería y conexiones de PEAD debido a su avanzada técnica, ofrece la mejor alternativa para la conducción de fluidos de muy diversas naturalezas. Uno de los principales problemas en el tendido de tuberías de todos los otros sistemas que transportan fluidos los constituye su unión, la gran mayoría de las fugas son principalmente en esta parte del sistema, por tal motivo es de vital importancia que la unión tenga las siguientes

características: facilidad y rapidez de ejecución, hermeticidad total y económica. La unión entre tuberías y conexiones de PEAD básicamente se lleva a cabo por medio del sistema de termofusión, teniendo así una unión permanente y una hermeticidad total, formando un tramo de tubería continua y monolítica (una sola pieza), siendo la unión más resistente que la misma tubería. Esto debido a que se fortalece su orientación molecular al llevarse a cabo éste proceso de termofusión. Teniendo así, un sistema 100% confiable y seguro, y que nos ayuda a evitar problemas de fugas ó pérdidas de agua, con ello ayudamos a eficientar el buen uso del agua.

El sistema de unión por medio de termofusión es una de las características que nos diferencian fuertemente de los otros sistemas convencionales. La termofusión consiste en calentar ambos extremos de la tubería hasta alcanzar el grado de fusión necesario para que después, con una presión controlada entre ambos extremos, se logre una unión monolítica más resistente que la tubería misma y 100% hermética. La unión se genera al compenetrarse ambas caras del tubo formando una misma pared, la pared del tubo tiene una orientación molecular lineal, después del proceso de termofusión, las moléculas se conforman en una orientación molecular axial que la hace aún más sólida. No existe ningún producto químico o cementante que pueda unir la tubería o conexiones, pero tenemos la opción de poder realizar uniones mecánicas o de transición con válvulas, bombas u otro tipo de tuberías (PVC, acero, etc.) mediante el empleo de adaptadores bridados o adaptadores tuerca unión.

Compresibilidad: La tubería de PEAD es el único material capaz de comprimirse por medio de una prensa hasta interrumpir su flujo. Esto permite que se hagan reparaciones en línea viva, sin tener que afectar a otros usuarios suspendiéndoles el

suministro del agua. Esto puede hacerse en repetidas ocasiones y siempre la tubería recupera su forma original. Además su resistencia mecánica le permite soportar todo tipo de golpes o impactos sin estrellarse o romperse, debido a que la tubería de PEAD es capaz de alongarse hasta en un 400%, esto reafirma su capacidad de soportar impactos y opresiones. Con ello se logra tener un nulo desperdicio en obra por las maniobras de instalación de la tubería o de golpes en su manejo.

Condiciones de zanja y de instalación: La tubería de PEAD es un sistema que puede operar sin encamado en el fondo de la zanja (Sólo si está libre de piedras con aristas), y no es necesario recurrir a material seleccionado (De algún banco) para el relleno de la misma. Por otro lado, los perfiles de excavación son 60% menores a los de sistemas convencionales. Lo anterior es debido a que se pueden realizar las uniones de los tramos de la tubería (tramos de 12 m cada tubo), en tramos muy largos fuera de la zanja, y posteriormente sólo se baja la tubería a la zanja. Todo esto hace que su proceso constructivo o de instalación sea más sencillo y económico, generando grandes ahorros por la disminución en los conceptos de obra y terminación de la obra en menor tiempo con respecto a otros sistemas.

Flexibilidad y durabilidad: En todos los diámetros de la tubería de PEAD es posible disminuir considerablemente la cantidad de codos para el cambio de dirección (horizontal y vertical), debido a su gran flexibilidad se adapta a diferentes perfiles topográficos, generando ahorros considerables en conexiones y en tiempos de instalación. Además, debido a la tersura de su pared interna, se disminuyen al mínimo posible las pérdidas por fricción, conduciendo con mayor eficiencia los fluidos y ahorrando energía cuando se usan bombas. También, tiene una alta resistencia a

la intemperie (Para el caso de líneas superficiales, sin zanja), ya que cuenta con protección a los rayos ultravioleta del sol. El tiempo de vida útil estimado para la tubería en redes subterráneas que conducen agua a 23°C y en condiciones normales de operación es de 50 años, lo que supera con creces cualquier estimado de amortización

En éste tipo de tuberías de PEAD, no se tienen los problemas de corrosión por electrólisis debido a que no conduce electricidad por sus paredes. No favorece el crecimiento de hongos o de otros microorganismos, ni la incrustación de los sólidos presentes en el agua en las paredes internas del tubo, debido a que es un material totalmente inerte a los ácidos, bases y alcalinos.

Presión de trabajo de la tubería: Es la presión interna máxima a la cual se deberá someter la tubería cuando está en operación.

Datos para calcular las pérdidas en línea de conducción.

Q lps	D mm	C	L m
60	206.2	150	4008

Fórmula de Hazen Williams para calcular la pérdida de carga en la conducción.

$$H_f = \left(\frac{1.21 \times 10^{10}}{D^{4.87}} \right) \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \times L$$

Hf = Pérdida de carga por fricción m.

D = Diámetro tubo mm

C = Coeficiente PVC

Q = Gasto lps

L = Longitud Tubería Diámetro constante m.

El material para conducción es tubería Extrupak.

PRESIONES DE TRABAJO EN LA TUBERIA		
RD	PRESION DE TRABAJO KG/CM ²	PRESION DE REVENTAMIENTO KG/CM ²
7.3	17.8	64.7
11	11.2	45.0
13.5	9.0	36.0
17	7.0	28.0
21	5.6	22.5
26	4.5	18.0
32.5	3.6	14.3
41	2.8	11.2

Ventajas:

- ligereza
- flexibilidad
- unión por termofusión
- resistencia a la abrasión
- resistencia a la intemperie
- compatibilidad con otros sistemas
- conexiones y accesorios
- durabilidad
- resistencia al impacto
- bajo coeficiente de fricción



Cuadro 7 Especificaciones de tubería Extrupak

Por lo tanto:

$$HF = \left(\frac{1.21 \times 10^{10}}{206.2} \right) X \left(\frac{60}{150} \right)^{1.852} X 4,008$$

$$HF = 47.65 \text{ mca}$$

CARGA

$$Carga = \text{diferencia de cotas} - HF$$

$$Carga = 115 - 47.65$$

Carga total= 67.35 mca

95.79 PSI

Considerando la carga de operación de nuestra línea de conducción, permitirá seleccionar el equipo adecuado, en algunos sistemas es necesaria una carga relativamente pequeña para transportar una cantidad de agua considerable.

Atraques de la Línea de Conducción

Los atraques para la línea de conducción estarán colocados a cada 40 m por lo tanto se divide la distancia total entre 40 y nos da un resultado de 100 atraques.

**ATRAQUES PARA LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN
EXTRUPAK 8"**

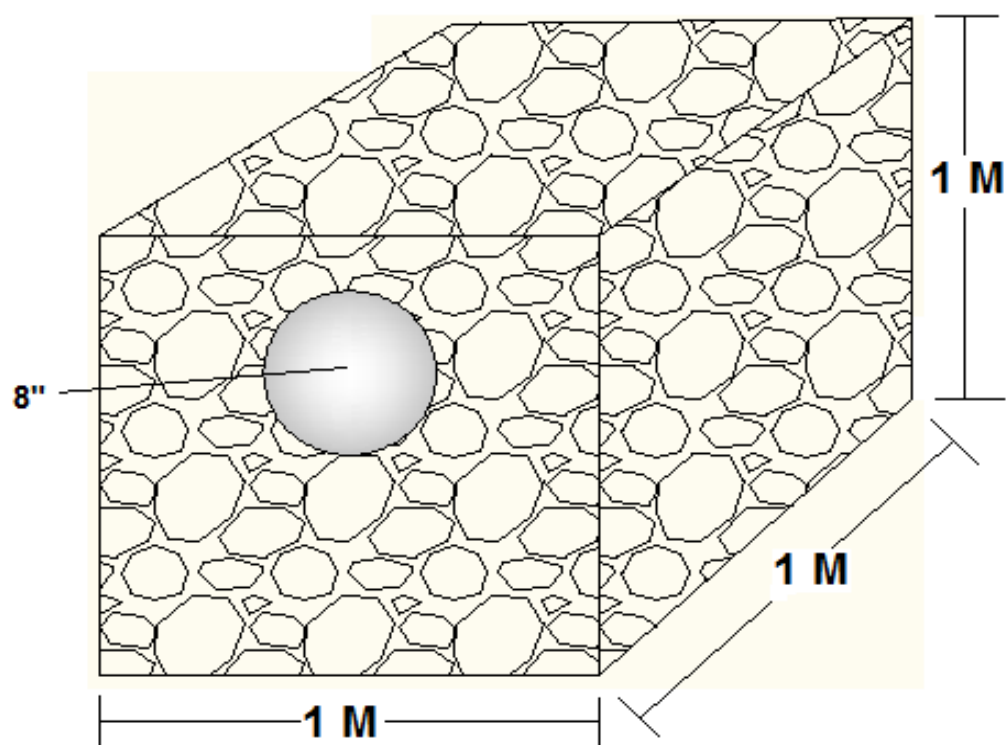


Figura 10 Atravesantes para la línea de conducción Extrupak

Costos de la línea de conducción

CANTIDAD		LÍNEA DE CONDUCCIÓN	P/ UNITARIO	IMPORTE
4008	M	TUBERIA DE EXTRUPAK 8" RD 17	\$350	\$1,402,800
100	M ³	ATRAQUES DE MAMPOSTERIA 1m X 1m X 1m	\$1,061	\$106,100
			TOTAL	\$1,508,900

Cuadro 8 Costos de la línea de conducción

Descripción general del sistema de riego por aspersión fija

El objetivo fundamental que se persigue en una agricultura eficiente, con elevadas expectativas de producción, es el uso eficiente de los recursos disponibles, los cuales son limitados. Esta idea se enfoca principalmente al óptimo aprovechamiento del recurso hídrico, haciéndose indispensable el mejoramiento del sistema de distribución del agua, para lograr un uso eficiente del recurso y suministrarlo de la manera más uniforme y suficiente posible. Bajo este criterio, un buen diseño de instalación y mantenimiento de riego es el punto de partida para alcanzar los niveles de eficiencia y uniformidad deseados.

México ocupa una superficie sembrada alrededor de las 6.5 millones de hectáreas según la SEMARNAT Y CONAGUA, 2006, las cuales cuentan con infraestructura correspondiente para el riego. Sin embargo los problemas ambientales asociados al desarrollo Hidro-agrícola son claramente notorios e

impactan en las áreas circundantes del área de riego, entre las cuales destacan la sobre explotación de los acuíferos, los problemas de ensalitramiento del suelo y a la contaminación del agua tanto superficial como subterránea (CNA, 1994; Robles *et al.*, 1999).

Otro objetivo principal de la construcción de una presa de mampostería es para el abastecimiento del sistema de riego por aspersión fija para hacer un uso más eficiente de los recursos: agua, fertilizantes y mano de obra, para la planta; además de asegurar la producción, puesto que con el temporal, es impredecible.

Ventajas y desventajas de un sistema de riego por aspersión

Ventajas

- Adaptación al terreno: se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.
- Ahorro en mano de obra: solo necesaria en instalación. Puede automatizarse.
- La eficiencia de riego por aspersión es de un 80% frente al 50% en los riegos por inundación tradicionales.
- Especialmente útil para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes.

Desventajas

- Daños a las hojas y a las flores. Pueden dañarse por el impacto del agua o depósito de algunas sales que pueda contener el agua.
- Requiere una inversión inicial alta: los costos de tanques, bombas, tuberías, uniones, válvulas, programadores y la intervención de técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado aunque la amortización a medio plazo está asegurada.
- El viento puede afectar: en días de vientos fuertes el agua puede regarse lejos del área de las plantas afectando su uniformidad y eficiencia.
- Aumento de enfermedades y propagación de hongos debido al mojado total de las plantas.

Componentes principales de un sistema de riego por aspersión

- Fuente de abastecimiento (en nuestro caso presa derivadora).
- Equipos de tuberías para la conducción.
- Equipamiento de un cabezal de descarga.
- Sistemas de accesorios para la protección del sistema.
- Sistema de inyección de fertilizantes.
- Sistemas de tuberías para la distribución del agua.
- Sistemas de emisores para la aplicación del agua.

Diseño hidráulico

La construcción de la línea principal de conducción de agua, la cual se interconectara con la línea que baja de la presa por medio de la extremidad campana de 8"; para realizar la instalación de la tubería de pvc de conducción de agua, primero se tiene que hacer la excavación de la zanja de acuerdo a las dimensiones que se especifican en el plano de riego, seguidamente se continuara con la formación de una cama de tierra en el fondo de la zanja para que ahí se deposite la tubería y se proceda con la instalación de la misma, utilizando para ello un lubricante especial y hacer la conexión de tubo a tubo mediante la campana. Se instalaran 4733 metros de tubería de pvc de 8", 6" 4" y 2" con una presión de trabajo de 7 kg/cm².

Todos los cálculos se encuentran en el apartado de anexos

Antes de seleccionar el tipo de sistemas que emplearemos se hace un levantamiento topográfico para conocer las curvas de nivel. Esto es para poder determinar la dirección de flujo del agua en el terreno.

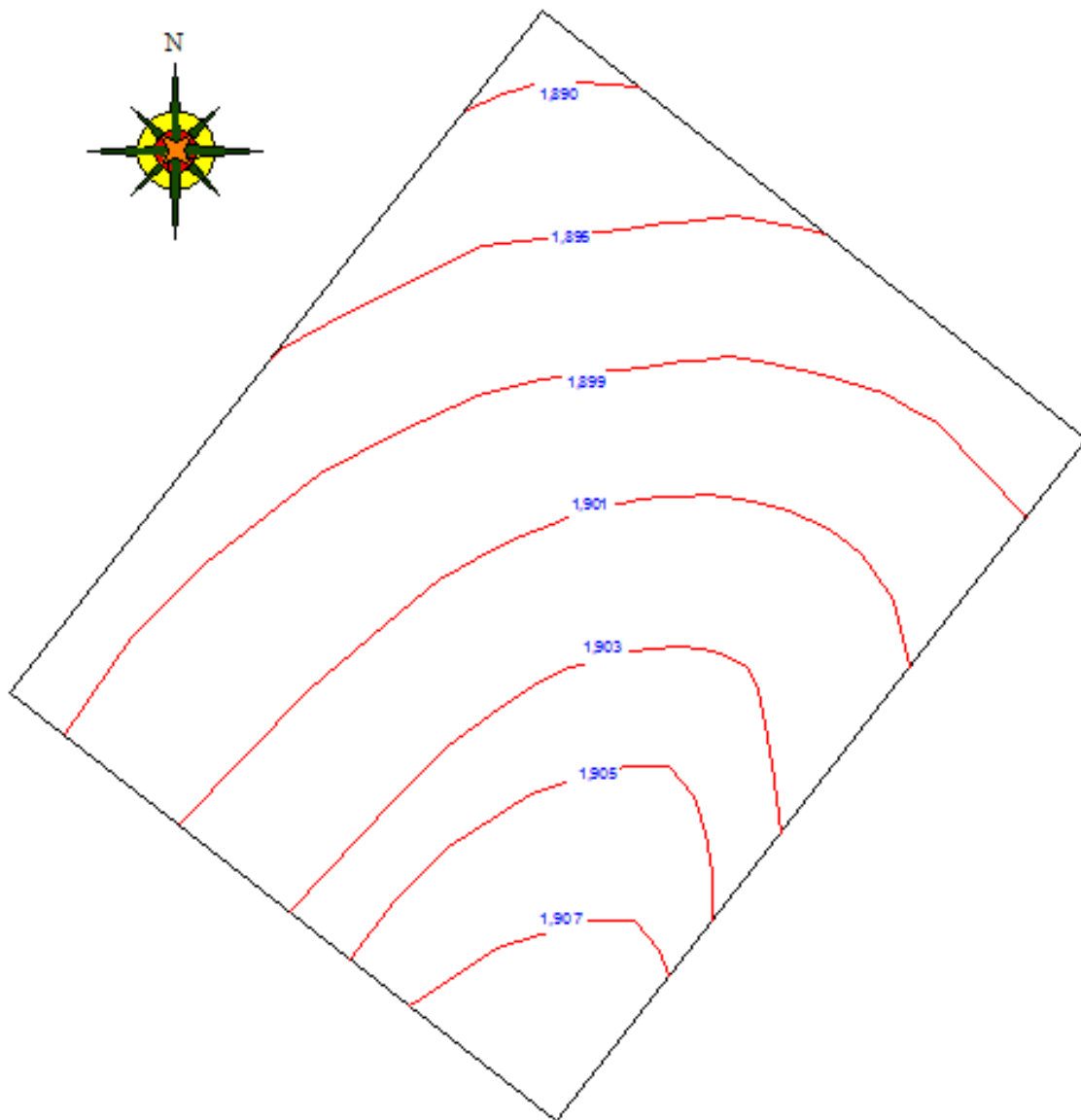


Figura 11 Curvas de nivel del terreno a irrigar

Ya que se tiene las curvas de nivel se pasa al diseño. El cual se hizo en AutoCad 2010.

RIEGO POR ASPERSION FIJA EN MAIZ

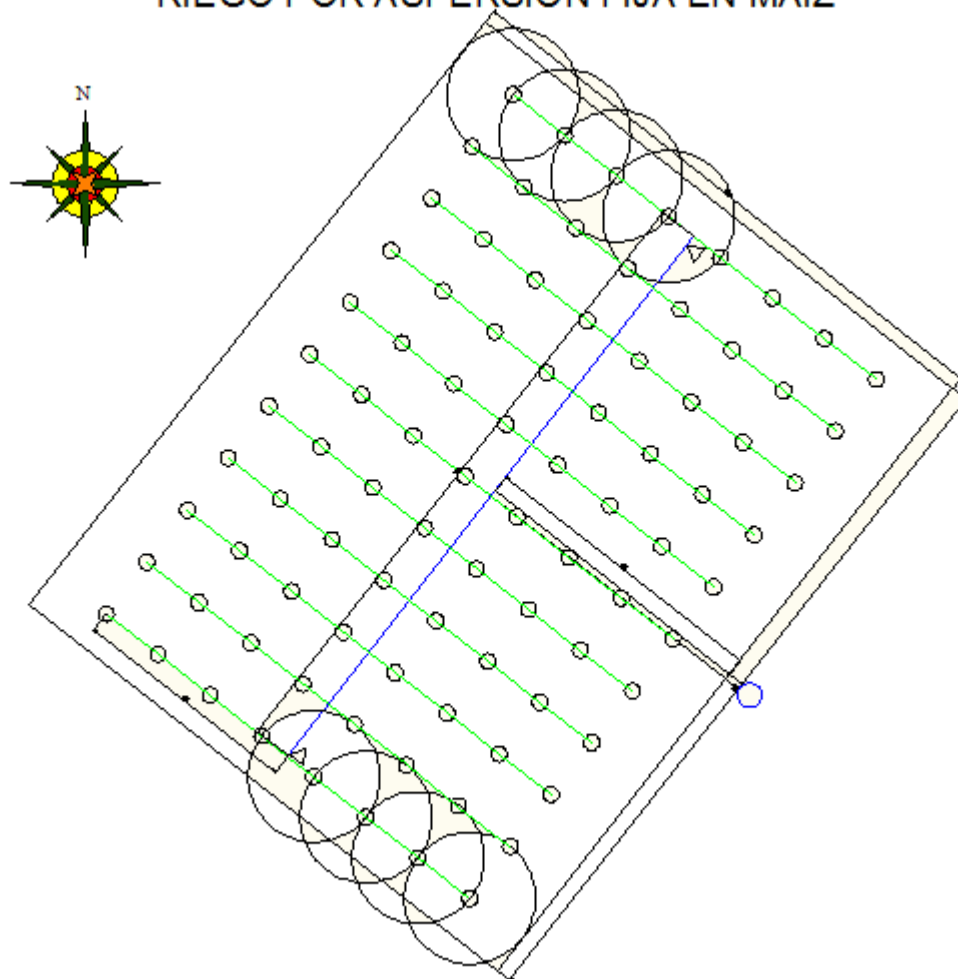


Figura 12 Diseño propuesto del sistema de riego por aspersión fija

Para realizar esta instalación se utilizaran piezas especiales, posterior a la instalación de la tubería y accesorios de pvc se continuara con el relleno de la zanja con material libre de piedra, hierba y objetos punzocortantes que pudieran lastimar las paredes de la tubería, este material utilizado para el relleno de la tubería será producto de la excavación.

Cálculo de pérdidas por fricción y localizadas:

El diseño del sistema de riego se realizó utilizando el método de Hazzen-Williams, analizándose presiones y pérdidas de carga en la línea de conducción de PVC cuyo diámetro es 8", 6", y 4 " en las líneas de distribución. La pérdida de carga en la descarga, divisiones y piezas especiales se toma en consideración hasta un 10% de las pérdidas de carga en todo el sistema. (Se anexa cálculo)

Línea principal, secundaria Y laterales	Q lps	D mm	C	L m	Hf m
8"PVC	60	205.7	150	225	2.70727262
6"PVC	30	160.1	150	250	2.8238859
4"PVC	30	108.7	150	25	1.8612086
	22.5	108.7	150	50	2.18493493
	15	108.7	150	50	1.03113967
	7.5	108.7	150	50	0.28563403
Perdida de carga total (mca) en el sistema de conducción					10.8940757

Cuadro 9 Pérdidas de carga en las líneas de conducción

Datos generales de diseño

El tipo de cañón que se utilizó está clasificado dentro de las de alto flujo, con un estándar de alta uniformidad y bajo coeficiente de variación.

MARCA	NELSON SR-100
Ø BOQUILLA:	19.00 mm
Ø DE MOJADO	83.00 M
Pa:	4.50 kg/m ²
CARGA DE OPRACION	
(Ha)	Ha: 45.00 M

Cuadro 10 Datos generales de diseño

DATOS TECNICOS	
Superficie a Regar	25.20 Has
Tipo de Suelo	Franco Limooso
Fuente de Abastecimiento	Presa de Mamposteria
Cultivo	Maiz
Lámina Aplicada	3.50 cm
Lámina Neta	3.33 cm
Espaciamiento Entre Cañones	50 mts
Espaciamiento Entre Líneas	50 mts
Precipitación Horaria	4.13 mm/hr
Tiempo de Riego por Posición.	4.5 hr
Posiciones por Día	30
Tiempo de Operación por Día	13.5 hr
Superficie irrigada por emisor	0.541 Has
Superficie por posición	2.164 Has
Intervalo de Riego	3 dias
Número de Cañones por Posición	4

Número Total de Cañones	8
Cañón	NELSON
Modelo	SR-100
Boquilla	19mm
Gasto	28.7 lps
Presión	45 mca
Diámetro	83 mts
Gasto Total del Sistema	60 lps
Presión a la Descarga desde la presa	67.34 mca

Cuadro 11 Datos técnicos

Características hidráulicas de tubería de conducción

Para el diseño de las tuberías de distribución principal se considero tubería de PVC de 8 con una capacidad de carga de 7 kg/cm² ya que la presión de diseño a la entrada de estas es menor.

Características hidráulicas de laterales

Para el diseño del sistema de riego permanente se considera PVC de 4", con una capacidad de carga de 7. kg/cm².

Cálculo del consumo de energía (en este caso el consumo de energía es nulo)
 Para el cálculo de consumo de combustible se consideró el consumo de energía en litros por hora de operación del equipo, en función a la potencia del motor. (Se anexa cálculo)

Materiales y forma del cabezal de descarga

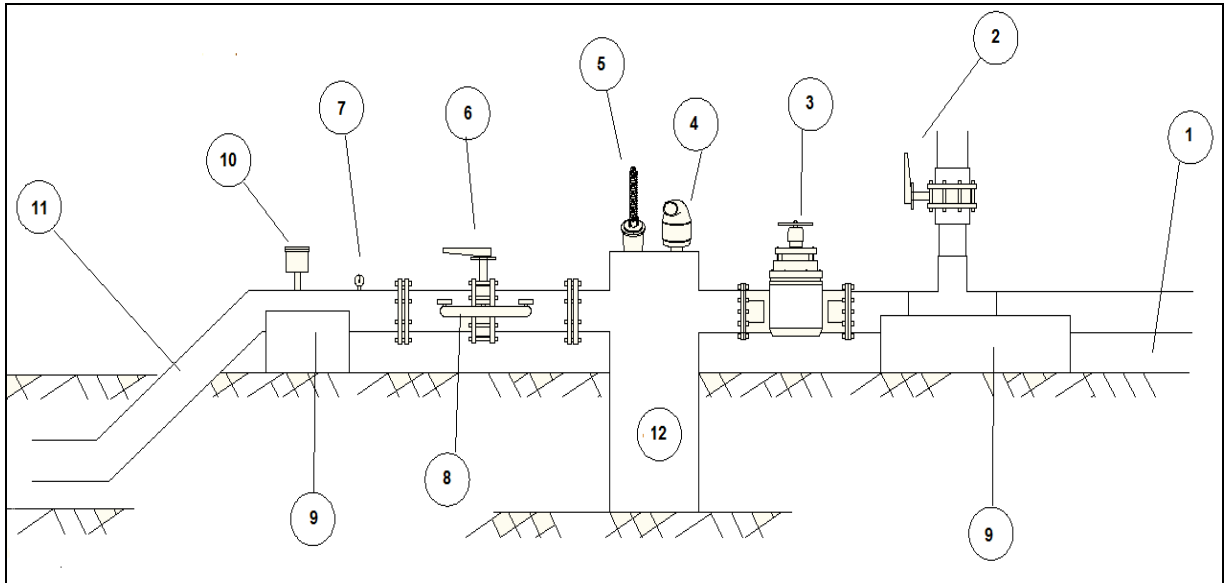


Figura 13 Cabezal de descarga

1. Entrada de agua desde la presa
2. Obra de toma para una pila
3. Válvula de compuerta
4. Válvula expulsora de aire
5. Válvula aliviadora de presión
6. Válvula de palanca
7. Manómetro
8. Vénturi
9. Atraque
10. Caudalímetro
11. Cuello de ganso
12. Cámara de oscilación

Manómetro Mod. 212.20

Descripción Diámetro en mm 100, 160

Rangos de medición 0...600 bar

Rosca macho G ½ B, llave 22



Figura 14 Manómetro

Caudalimetro 8" Tipo Woltmann

Aplicaciones indicadores para la medición
de agua limpia hasta 50° y 16 bar.

Montaje cualquier posición

Contador hermético en cobre y vidrio

(a prueba de empañamiento)

Rango de medición muy amplio

Supera lo requerido en norma ISO 4064



Figura 15 Caudalimetro

Válvula compuerta Acero fundido 8"

Presión 150 LB

Diseño y manufactura API 600, ISO 10434



Figura 16 Válvula de compuerta 8"

Válvula de alivio de presión serie RL3

Conexión de 6 a 12mm y de ¼ y ½"

Presiones de disparo 10 a 300 PSI

El diseño de estas válvulas de alta presión ayuda a reducir el efecto de la contrapresión del sistema.



Figura 17 Válvula de alivio de presión

Cámara de oscilación

Material: acero

De 10" de diámetro px 1.50 m

Amortigua el golpe de ariete

Iguala las cargas

Reordena el régimen de flujo

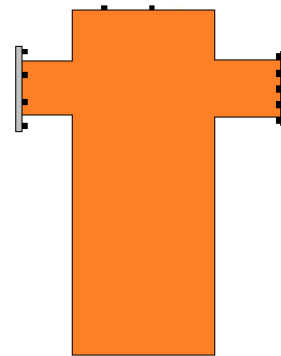


Figura 18 Cámara de oscilación

Válvulas de aire 1" y 2"

Dotadas de un gran orificio, evacuan a elevado caudal el aire presente en la conducción al llenarse con líquido



Figura 19 Válvulas de aire

Venturi

Beneficios de ésta técnica

Envía los nutrientes a la planta directamente a la zona
mojada (donde el crecimiento de las raíces es intensivo)

Ahorro en mano de obra, maquinaria y combustibles.

Aplicación uniforme de fertilizante.

Puede ser utilizado con una amplia gama de químicos.

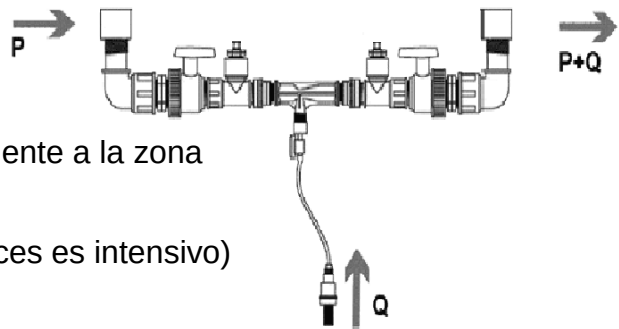


Figura 20 Venturi

Válvula mariposa 8" con palanca

Presión normal de trabajo 150 PSI

Cuerpo: Hierro gris ASTM A 48/ A 126 clase B

- Acero inoxidable T-304 ó T-316
- Vástago: Acero ASTM A 536, bronce, acero inoxidable
- Pintura epóxica



Figura 21 Válvula de mariposa con palanca 8"

Válvula de compuerta en bronce de 2"

Una larga vida de servicio sin problemas en los sistemas

De conducción de agua.

Función: corte

Material: bronce



Cañón Nelson MODELO SR100.

Circular o sectorial mismo modelo.

Alcance 30 hasta 58 m

Caudal desde 10 m³/h hasta 70 m³/h.

24° Trayectoria ó 43 Trayectoria.

Conexión roscada 2" BSP o BRIDA (Métrica, ANSI, NELSON)



Figura 22 Cañón Nelson RS 100

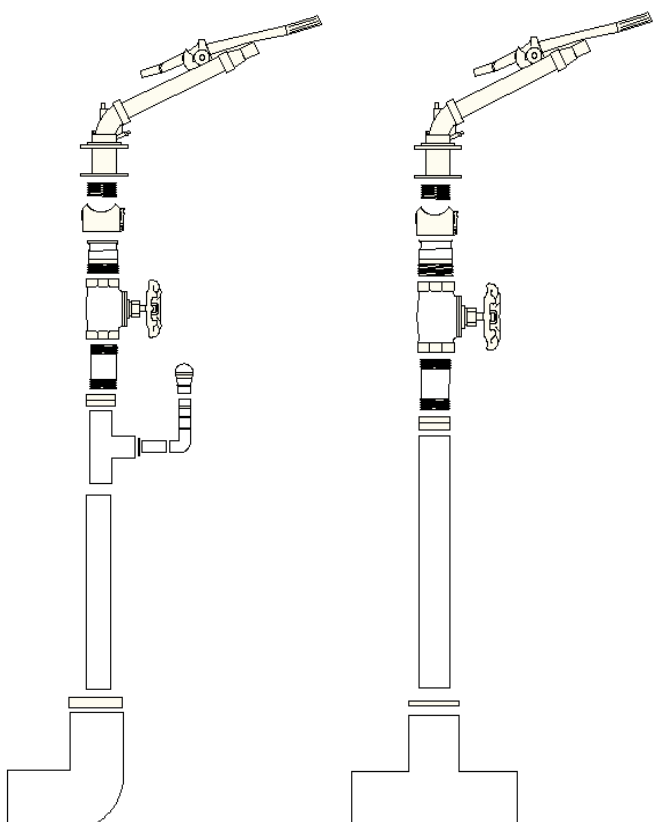


Figura 23 Ensamble de los cañones

Instalación

Planificación del sistema

- Marcar el plano de la zona para ubicar la fuente del agua, tubería, caminos, carreteras, almacén y otras necesidades pertinentes del área.
- Planificar y dibujar el sistema de riego.
- Preparar la lista inicial de materiales basándose en el diseño.
- Ajustar la lista de materiales para mantenimiento y reemplazos periódicos.
- Indicar las especificaciones de los materiales y equipos.

Equipo y herramientas

Contar con las siguientes herramientas: palas, sierras manuales y eléctricas, limadoras, llaves de tuerca y destornilladores, taladros, etc.

- Un vehículo para transportar los materiales, herramientas, pegamentos, etc.

Ensamblaje de piezas

- Asignar un lugar para el ensamblaje de las piezas en un área central y bien equipada.
- Colocar el equipo de ensamblaje. (Mesas, herramientas, pegamentos, tapas de teflón, llave de tuercas, sierra, etc.) En el área de trabajo.

Marcar el área donde se instalara el sistema de riego

Marcar las rutas principales y las secundarias, los límites del terreno, donde se colocaran las tuberías principales, secundarias, etc.

Instalación y mantenimiento del sistema riego por aspersión

Ensamblaje de las tuberías

Al ensamblar las tuberías principales y secundarias usar el pegamento de forma adecuada.

- Limpiar los extremos de los tubos con un paño y acetona.
- Pasar el pegamento en ambos extremos de los tubos.
- Pegar partes inmediatamente después de pasar el pegamento. La unión de la tubería no debe tardar más e 25 segundos después de la aplicación del cemento.
- Al introducir el tubo este debe ser forzado hasta que llegue al fondo del abocardado o campana y se debe girar el tubo $\frac{1}{4}$ de vuelta. Esto hará que el cemento se extienda para cubrir todo el borde del conector. Si rebosa pegamento de la unión, hay que limpiarlo con el trapo ya que el exceso de pegamento debilita al tubo o a la pieza con el paso de los años.
- En áreas de alta humedad debe tenerse cuidado para prevenir que el pegamento de PVC absorba la humedad, pues puede perder su efectividad. Cuando existe duda acerca de la calidad del pegamento, es mejor no utilizarlo.

- Ensamblar los codos, térs, reductores, tubos de levantamiento, terminaciones de tubería, salida de lavado y válvulas. La unión de piezas con tubos será de forma similar a la unión entre tubos, si bien se hace resaltar, "que para unir dos piezas entre sí (excepto piezas con reducción), es necesario utilizar un trozo de tubería del mismo diámetro".

Instalación de líneas laterales y evaluación del sistema de flujo

- Colocar las tuberías en el campo, pero sin conectar a las líneas secundarias. Mantener los extremos de las laterales cerradas para evitar la entrada de tierra, insectos, etc.
- Cerrar todas las válvulas de control secundario.
- Abrir el sistema. Llenar la línea principal. Abrir las llaves de paso para que salgan los materiales extraños de las tuberías.
- Cerrar las válvulas y comprobar la presión.
- Mantener el sistema activo, si se desarrolla una fuga de agua en la línea principal, cerrar el sistema inmediatamente, reparar la tubería y comprobar de nuevo.
- Tomar precauciones durante la instalación para evitar la entrada de tierra, insectos y otros contaminantes. Cerrar los extremos de las líneas laterales.

Estudio de mercado

Investigación de mercado

El maíz es el cultivo más importante de México, forma parte importante en la dieta de los mexicanos; está presente en la elaboración de más de 4 mil productos (almidón, fructuosa, aceites, cartón, chocolates, biocombustible, alimento animal); ocupa poco más de la mitad de la superficie sembrada del país; representa casi una tercera parte del valor de la producción agrícola; existen poco más de 3 millones de productores de este grano, y es el cuarto productor mundial después de Estados Unidos, China y Brasil. Actualmente se cosechan en México aproximadamente 20.5 millones de toneladas de maíz, cifra 17.4% superior a la producción obtenida en el 2000 (17.5 millones de toneladas).

Desde hace varios años el mercado del maíz en México ha sido deficitario, la producción no alcanza a cubrir la demanda nacional por lo que se ha tenido que incrementar la importación de este producto y particularmente de Estados Unidos.

Análisis de la demanda

La pobreza en México se manifiesta en mayor medida en los pequeños productores agrícolas o “campesinos”, con respecto a los medianos y grandes productores agrícolas comerciales.

Estos datos hacen evidente la urgencia de respuestas efectivas al reto de aumentar la productividad y de alcanzar un manejo adecuado de los recursos.

El cumplimiento de las funciones que el sector agropecuario puede jugar en el desarrollo económico de México, radica en enfrentar simultáneamente los objetivos de rentabilidad, productividad, competitividad, equidad y sustentabilidad. Este reto exige pensar en formas alternativas de hacer agricultura, si es que se desea promover un crecimiento agropecuario, pues la atención a los problemas del campo es urgente y fundamental para la viabilidad del país.

Análisis de mercado

La comercialización del maíz en grano se realiza a través de acopiadores de la región. Estos acopiadores realizan la comercialización como intermediarios, por lo general no son productores y realizan las ventas a la industria de la masa y la tortilla.

Para la comercialización de los forrajes (maíz y sorgo), la producción se destina principalmente para consumo del ganado del productor y en algunos casos se realizan ventas de manera local entre los productores de ganado.

Una de las principales actividades económicas en el municipio, es la ganadería por la gran cantidad de ganado caprino y bovino existente. Los ganaderos de la región ya cuentan con un mercado establecido y se tiene los canales de comercialización bien definidos, ya que el ganado (cabritos y becerros) que se produce en el ejido, tiene una buena aceptación con los introductores de ganado.

Explicación de la problemática u oportunidad identificada

Uno de los principales problemas del cultivo de maíz de temporal son los bajos rendimientos, 3.0 ton/ha, fuertemente influenciado por la baja fertilidad de los suelos, pero principalmente por la falta de agua en la etapa crítica de la planta (el llenado de los granos)

A continuación se señalan algunos retos y oportunidades que presenta el presente proyecto.

- Los rendimientos por kilo producido en condiciones de riego sean mejores en comparación con cultivo en condiciones de temporal.
- Reducir los costos de producción por kilo producido.
- Proveer abastecimiento durante todo el año con alta calidad y continuidad.
- Convertirse en productores orientados a los requerimientos del mercado.
- Fortalecer y promover la organización, intercambio de información, convenios y alianzas estratégicas en el sector (productores, comercializadoras, proveedores, gobiernos, instituciones financieras, institutos de investigación y organizaciones de productores).
- Mejorar la competitividad del sector y proveer a los mercados de forma ordenada.

Beneficios en hectáreas y número de productores que se beneficiaran

La sociedad está formada por 34 productores, cabe señalar que el predio de la sociedad cuenta con un total de 70 Has los cuales están repartidas equitativamente entre los 34 propietarios sin divisiones en el terreno. Se beneficiaran 25.2 has con el sistema de riego planteado para el presente proyecto.

A continuación se realiza un comparativo entre las condiciones actuales y proyectadas del cultivo de maíz en el predio de la sociedad.

Condiciones Actuales

Área: 25.2 hectáreas

Rendimiento: 3.0 ton/hectárea

Precio del kg de maíz \$4.00

$3,000.00 \text{ kg} \times \$4.0 \text{ kg} \times 25.2 \text{ ha.} = \$302,400.00$

Condiciones Proyectadas.

En condiciones de riego

Área: 25.2 hectáreas

Rendimiento: 10 ton/hectárea

Precio del kg de maíz \$4.0

$10,000 \text{ kg} \times \$4.0 \text{ kg} \times 25.2 \text{ ha.} = \$1,008,000.00$

Ingeniería proyectada

Procesos y tecnologías a emplear

Para la modernización de las 25.2 hectáreas en el ejido de Rancho Nuevo, la tecnología que se efectuara fue en base del diseño agronómico e hidráulico de dicho sistemas, lo materiales y accesorios a emplear para la construcción de la obra se describen a grandes rasgos a continuación:

Se empleara una máquina retroexcavadora para la excavación de la zanja, la cual albergara la tubería principal de conducción de agua, de ahí se derivaran a los cruceros para las líneas secundarias es lo que por medios de unas tees se instalarán tramos elevados de aproximadamente 1.80 metros de altura y de ahí una válvulas de compuertas que se usaran para el acoplamiento de los cañones, también se tiene contemplado la construcción de los atraques de concreto para darle más estabilidad a los elevadores para evitar vibraciones fuertes que puedan dañarlos., en la parte final se adaptara un elevador por medio de un codo del mismo diámetro y en la parte de las válvulas de compuertas se adaptara una válvula para la eliminación del aire.

Escenarios con diferentes volúmenes de proceso.

La agricultura será de los sectores más afectados por el cambio climático, las zonas de producción de maíz de temporal se reducirán dramáticamente, aspecto que deben tomarse en cuenta en el diseño de políticas o soluciones, y debido a la variabilidad del clima, las empresas aseguradoras y los bancos ya no facilitarán

créditos ni seguros para el sector, lo que ya está sucediendo y causando problemas económicos y sociales.

Para la elaboración del presente estudio se tomaron los datos del ejido de Rancho Nuevo en la cual se evaluara la productividad del maíz en condiciones de temporal y de riego. El análisis de sendero realizado en el presente estudio para este cultivo y su relación con rendimiento bajo riego y temporal muestra que; mayor efecto directo al variable rendimiento en la condición de riego fue presentado en el rendimiento de la producción por hectárea de 10 toneladas por hectárea, mientras que en condiciones de temporal manifestó una productividad de 3 toneladas por hectárea.

La correlación positiva significativa con rendimiento será debido a la implementación del sistema de riego por aspersión fija.

Cumplimiento de normas sanitarias, ambientales y otras.

En este sentido, con el siguiente proyecto se pretende cumplir todas las normas que de calidad que se necesiten, para que de esta forma no se afecte a la zona, tanto a las personas como al medio ambiente. El material empleado en dicho trabajo cumple con las normas de calidad, así como los trabajos a realizarse en la zona proyectada. Por lo tanto no requiere la realización de un estudio de impacto ambiental

Análisis financiero

Presupuesto y programa de inversiones y fuentes de financiamiento

Se presenta el presupuesto a grandes rubros de la “construcción de una presa de mampostería, red de conducción y distribución de agua para un sistema de riego por aspersión fija en 25.2 hectáreas para el cultivo de maíz en el ejido de Rancho Nuevo del municipio de Saltillo en el estado de Coahuila.”.

A continuación se presenta de manera generalizada la inversión necesaria para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto.

AÑO	CONCEPTOS	COSTO TOTAL
1	PRESA DE MAMPOSTERIA	\$ 429,914.92
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	\$ 1,508,900.00
	ZONA DE RIEGO	\$ 447,220.99
	TOTAL	\$ 2,386,035.91

Cuadro 12 Costo total del proyecto

Situación financiera actual y proyectada

La programación agrícola del cultivo se presenta bajo condición actual cubriendo las 25.2 hectáreas propuestas para el proyecto, así como para la condición con proyecto para el cultivo de maíz. Se estimaron los volúmenes de la producción en la condición futura y en su proyección a 15 años, a precios de mercado.

Comparación temporal vs tecnificado

CONCEPTO	TEMPORAL MECANIZADO	RIEGO MECANIZADO
SUPERFICIE (Has)	25.2	25.2
RENDIMIENTO (Ton/Ha)	3.00	10.00
PRODUCCION (Tons)	75.6	252
PRECIO (\$/Ton)	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
VALOR DE LA PRODUCCION (\$)	\$ 302,400.00	\$ 1,008,000.00
COSTOS DE PRODUCCION (\$)	\$ 218,950.20	\$ 259,270.20
BENEFICIO	\$ 83,449.80	\$ 748,729.80
No. DE JORNALES	327.6	730.8

Cuadro 13 Comparación temporal vs tecnificado

Proyección financiera (refaccionario y avio) anual

Las proyecciones financieras consisten en calcular cuál será el desenvolvimiento del negocio o empresa en un futuro desde el punto de vista financiero-contable; lo anterior tiene como finalidad conocer cuál será la rentabilidad del negocio o empresa en el futuro y conocer si las acciones a emprender van a generar resultados que afecten (positiva o negativamente) dicha rentabilidad

Costos

La cedula de costos de la evaluación financiera del proyecto en Rancho Nuevo, se encuentran en el apartado de anexos del presente estudio, sin embargo se presenta a grades rasgos los costos de producción de una hectárea de maíz en condiciones actuales y en condiciones proyectadas.

Cedula de costos de producción por hectárea en condiciones de temporal para una hectárea de maíz.

CONCEPTO	IMPORTE
1.- PREPARACION DEL TERRENO	\$ 500.00
2.- SIEMBRA	\$ 1,100.00
3.- FERTILIZACION	\$ 2,854.50
4.- CONTROL DE LA MALEZA	\$ 2,009.00
5.- RIEGO Y DRENAJE	\$ 00.00
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	\$ 670.00
7.- COSECHA	\$ 1,150.00
8.- VARIOS	\$ 405.00
TOTAL	\$ 8,688.50

Cuadro 14 Cedula de costos de producción por hectárea sin riego

Cedula de costos de producción por hectárea en condiciones de riego para una hectárea de maíz.

CONCEPTO	IMPORTE
1.- PREPARACION DEL TERRENO	\$ 500.00
2.- SIEMBRA	\$ 1,100.00
3.- FERTILIZACION	\$ 2,854.50
4.- CONTROL DE LA MALEZA	\$ 2,009.00
5.- RIEGO Y DRENAJE	\$ 1,600.00
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	\$ 670.00
7.- COSECHA	\$ 1,150.00
8.- VARIOS	\$ 405.00
TOTAL	\$ 10,288.50

Cuadro 15 Cedula de costos de producción por hectárea con riego

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es una referencia importante, que influye en la planificación y el desarrollo de las actividades de la empresa. Al entender claramente el nivel de ventas que se necesitan para cubrir todos los costos, se sabe cuántas unidades hay que producir, en el caso de una empresa que fabrica o compra productos para la venta. En una empresa de servicios, el punto de equilibrio indica la cantidad de horas cobrables que hay que trabajar para cubrir los costos.

A continuación se presenta el cálculo del punto de equilibrio donde lo ingreso se iguala a los costos de producción de maíz.

Cantidad	10
Costo Fijo	10,288.50
Costo Variable	1,028.80
Precio de Venta	4,000.00

Cuadro 16 Cálculo del punto de equilibrio

Esto quiere decir que si se fabrican y venden más de 3.46 toneladas, el producto generará utilidades, si se fabrican y venden menos de 3.46 toneladas producirá pérdidas.

A continuación se presenta un grafico representativo donde se presenta el punto de equilibrio del presente proyecto.

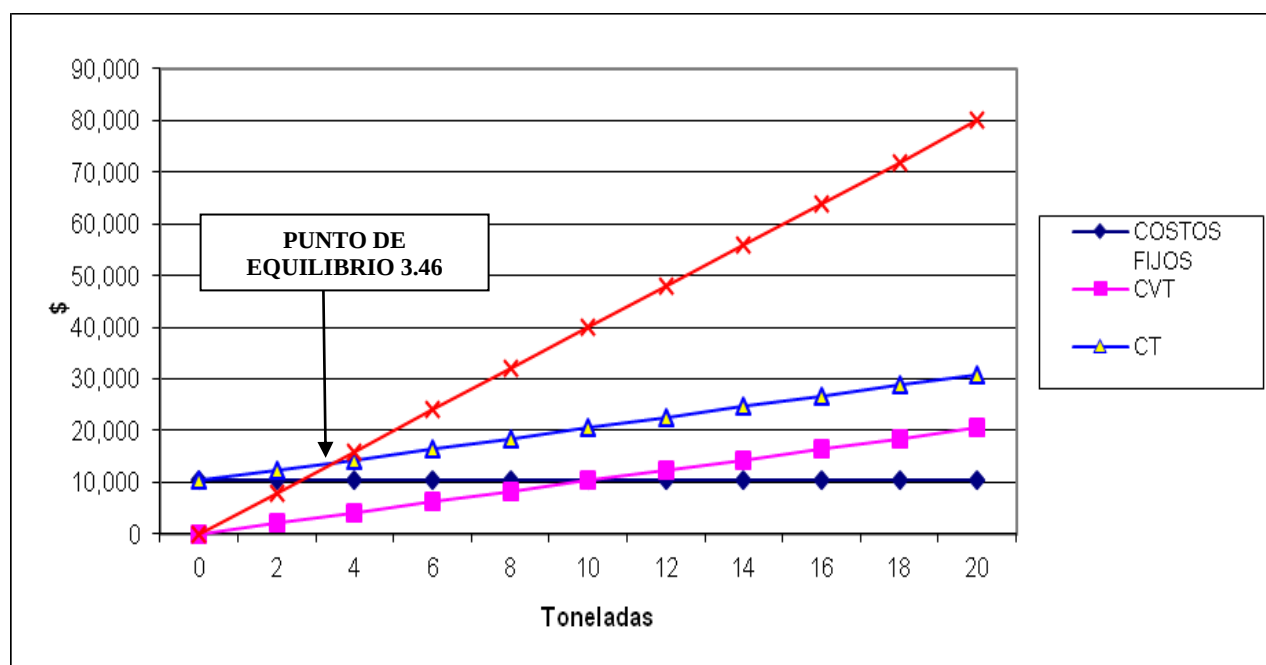


Figura 24 Grafica del punto de equilibrio

Análisis de rentabilidad (precios y valores constantes)

En cuanto a la producción de maíz, tienden a promover los diseños más selectivos para que la rentabilidad de un proyecto se vea favorecida y los análisis económicos es una de las partes más importantes en la evaluación de proyectos, ya que aquí se define si es o no rentable, o bien para saber cuándo podremos obtener las ganancias o recuperar la inversión realizada.

La importancia del análisis de la rentabilidad viene determinada porque, aun partiendo de la multiplicidad de objetivos a que se enfrenta una empresa, basados unos en la rentabilidad o beneficio, otros en el crecimiento, la estabilidad e incluso en el servicio a la colectividad, en todo análisis empresarial el centro de la discusión tiende a situarse en la polaridad entre rentabilidad y seguridad o solvencia como variables fundamentales de toda actividad económica.

. Análisis de rentabilidad (precios y valores constantes)

En cuanto a la producción de maíz, tienden a promover los diseños más selectivos para que la rentabilidad de un proyecto se vea favorecida y los análisis económicos es una de las partes más importantes en la evaluación de proyectos, ya que aquí se define si es o no rentable, o bien para saber cuándo podremos obtener las ganancias o recuperar la inversión realizada.

La importancia del análisis de la rentabilidad viene determinada porque, aun partiendo de la multiplicidad de objetivos a que se enfrenta una empresa, basados unos en la rentabilidad o beneficio, otros en el crecimiento, la estabilidad e incluso en el servicio a la colectividad, en todo análisis empresarial el centro de la discusión tiende a situarse en la polaridad entre rentabilidad y seguridad o solvencia como variables fundamentales de toda actividad económica.

Relación de utilidad/costos (avío)

La relación beneficio-costos es un indicador que señala la utilidad que se obtendrá con el costo que representa la inversión; es decir, que por cada peso invertido, cuánto es lo que se gana.

El resultado de la relación beneficio-costos es un índice que representa el rendimiento obtenido por cada peso invertido.

- Si la relación B/C es < 1 , se rechaza el proyecto.
- Si la relación B/C es $= 1$, la decisión de invertir es indiferente.
- Si la relación B/C es > 1 , se acepta el proyecto.

La evaluación financiera para el cultivo de maíz significa que cuando el índice resultante de la relación beneficio-costos es mayor, es la rentabilidad que tiene un proyecto por cada peso invertido en él.

Para dicho análisis financiero se obtuvo una relación beneficio costo de 1.92

TIR

Se denomina Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.) a la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (V.A.N.) de una inversión sea igual a cero. ($V.A.N. = 0$). Este método considera que una inversión es aconsejable si la T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor, y entre varias alternativas, la más conveniente será aquella que ofrezca una T.I.R. mayor.

Las críticas a este método parten en primer lugar de la dificultad del cálculo de la T.I.R. (haciéndose generalmente por iteración), aunque las hojas de cálculo y las calculadoras modernas (las llamadas financieras) han venido a solucionar este problema de forma fácil.

También puede calcularse de forma relativamente sencilla por el método de interpolación lineal.

Pero la más importante crítica del método (y principal defecto) es la inconsistencia matemática de la T.I.R. cuando en un proyecto de inversión hay que efectuar otros desembolsos, además de la inversión inicial, durante la vida útil del mismo, ya sea debido a pérdidas del proyecto, o a nuevas inversiones adicionales.

La T.I.R. es un indicador de rentabilidad relativa del proyecto, por lo cual cuando se hace una comparación de tasas de rentabilidad interna de dos proyectos no tiene en cuenta la posible diferencia en las dimensiones de los mismos. Una gran inversión con una T.I.R. baja puede tener un V.A.N. superior a un proyecto con una inversión pequeña con una T.I.R. elevada.

Para el presente proyecto la T.I.R es de 38 % lo cual considera que el proyecto es factible, el cálculo del presente valor se puede analizar en el apartado de *anexos que se incluyen el presente proyecto.*

VAN

Conocido bajo distintos nombres, es uno de los métodos más aceptados (por no decir el que más).

Por Valor Actual Neto de una inversión se entiende la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

Si un proyecto de inversión tiene un VAN positivo, el proyecto es rentable. Entre dos o más proyectos, el más rentable es el que tenga un VAN más alto. Un VAN nulo significa que la rentabilidad del proyecto es la misma que colocar los fondos en él invertidos en el mercado con un interés equivalente a la tasa de descuento utilizada. La única dificultad para hallar el VAN consiste en fijar el valor para la tasa de interés, existiendo diferentes alternativas.

Como ejemplo de tasas de descuento (o de corte), indicamos las siguientes:

- a) Tasa de descuento ajustada al riesgo = Interés que se puede obtener del dinero en inversiones sin riesgo (deuda pública) + prima de riesgo).
- b) Coste medio ponderado del capital empleado en el proyecto.

- c) Coste de la deuda, si el proyecto se financia en su totalidad mediante préstamo o capital ajeno.
- d) Coste medio ponderado del capital empleado por la empresa.
- e) Coste de oportunidad del dinero, entendiendo como tal el mejor uso alternativo, incluyendo todas sus posibles utilizaciones.

La principal ventaja de este método es que al homogeneizar los flujos netos de Caja a un mismo momento de tiempo ($t=0$), reduce a una unidad de medida común cantidades de dinero generadas (o aportadas) en momentos de tiempo diferentes. Además, admite introducir en los cálculos flujos de signo positivos y negativos (entradas y salidas) en los diferentes momentos del horizonte temporal de la inversión, sin que por ello se distorsione el significado del resultado final, como puede suceder con la T.I.R.

Dado que el V.A.N. depende muy directamente de la tasa de actualización, el punto débil de este método es la tasa utilizada para descontar el dinero (siempre discutible). Sin embargo, a efectos de “homogeneización”, la tasa de interés elegida hará su función indistintamente de cual haya sido el criterio para fijarla.

Cabe señalar que para el presente trabajo se calculo el V.A.N. es de \$1,089,552.13 el cual se detalla en el apartado de los **anexos**.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El “análisis de sensibilidad de un proyecto es un procedimiento mediante el cual se puede determinar cuánto se afecta (qué tan sensible es) la TIR ante cambios en ciertas variables del proyecto” e incorpora elementos de incertidumbre que actúan como factores de riesgo para precisar en qué medida el rendimiento de un proyecto se vuelve sensible a consecuencia de circunstancias (cambios o comportamientos de fenómenos económicos) que estén fuera del control del empresario, lo que permite conocer qué variables y en qué medida modifican el rendimiento de un proyecto en particular.

Por lo tanto, el análisis de sensibilidad es de gran utilidad en la búsqueda de alternativas que conduzcan a una mejor toma de decisiones para lograr que la rentabilidad de un proyecto sea menos vulnerable a posibles cambios en sus variables.

A continuación se presenta el análisis de sensibilidad aplicado al proyecto en estudio, bajo los siguientes supuestos:

- 1) Incremento en la inversión inicial.
- 2) Decremento en los ingresos.
- 3) Incremento en los costos.

En el supuesto de que la inversión inicial llegase a incrementar en 10, 20 y 30%, la Tasa Interna de Rendimiento no sufre cambio alguno en comparación con el

Valor Actual mente que para los parámetros mencionados con anterioridad son de \$1,198,507.34, \$1,307,462.55 y \$ 1,416,417.77 respectivamente. Anexo

Descripción y análisis de impacto.

A. Incremento de las utilidades anuales de los productores de rancho nuevo

El incremento de de las utilidades anuales para la producción de maíz en el ejido de Rancho Nuevo, en base a la evaluación financiera es más de tres veces en comparación de los beneficios actuales.

Decremento de los costos de producción

Con la implementación del riego por aspersión fija en el cultivo de maíz, en cuanto a los costos de producción no tiene decremento, sino un incremento de un 15.5% más con relación al proceso productivo con el que actualmente se tiene, sin embargo este se compensa de manera satisfactoria ya que los volúmenes y beneficios de producción se incrementa en más de 84.44 %.

Incremento de los volúmenes de producción.

En la presente grafica se observa el comportamiento de los volúmenes de producción del cultivo de maíz en condiciones de temporal y de riego el cual este últimos superara 3 veces más a los rendimientos en condiciones de temporal.

A continuación se presenta una grafica representativa del volumen de producción de condiciones de temporal y riego

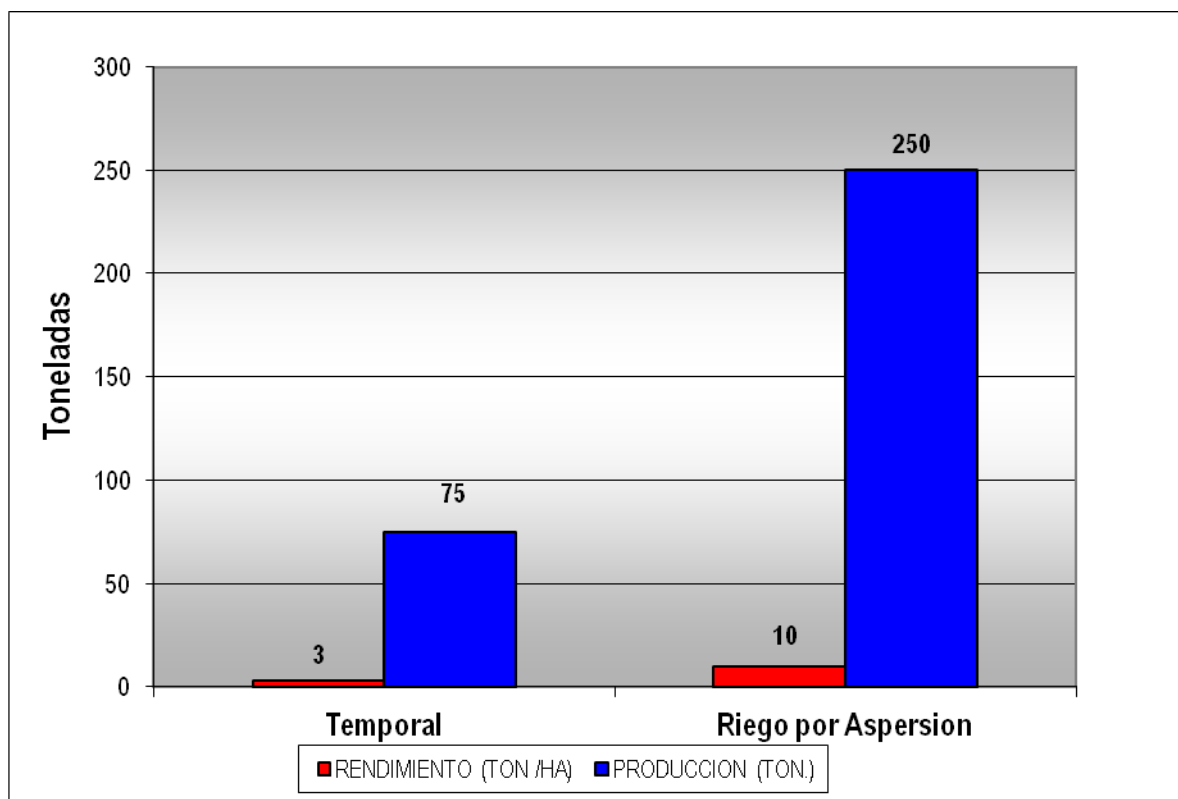


Figura 25 Grafica representativa del volumen de producción de condiciones de temporal y riego

Empleos generados (directos e indirectos)

En este rubro se considera la generación de empleos fijos y semifijos en el proceso productivo del cultivo de maíz, así como también la de empleos temporales de asistencia técnica para el manejo del cultivo por hectárea.

A continuación se presenta de manera generalizada los empleo que generara la aplicación de la tecnología de riego *(Para más detalles observar la cedula de costos del análisis financiero en el apartado de anexos)*

CONCEPTO	TEMPORAL	RIEGO
	MECANIZADO	MECANIZADO
No. DE JORNALES	328.00	704.00

Cuadro 17 Empleo que generara la aplicación de la tecnología de riego

|

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los estudios anteriores se concluye que:

El proyecto goza de factibilidad técnica ya que contará con todos los recursos productivos necesarios.

El proyecto goza de factibilidad económica y financiera como lo demuestran las correspondientes evaluaciones financieras generadas. En efecto:

El Valor Presente Neto obtenido a la tasa de interés de oportunidad para el productor.

La Tasa Interna de Retorno, es del 38 %. Puesto que TIR

El Valor actual Neto, es de \$1,089,552.13 que indica que el proyecto es altamente recomendable porque no sólo satisface la tasa de interés requerida sino que además reporta esa utilidad en pesos de hoy.

La relación Beneficios/Costos es de \$ 1.92, cifra que indica la bondad del proyecto.

El proyecto contribuye al incremento de los fondos de reserva y capitalización para los productores de Rancho Nuevo. Y a la generación de empleo en las cuantías indicadas por la evaluación económica.

En síntesis, desde el punto de vista del sector agrícola se aconseja realizar el proyecto por sus bondades económicas y financieras, pero siguiendo siempre los parámetros indicados en el estudio.

Con estas conclusiones termina el estudio del proyecto y, puesto que sus resultados son favorables, se recomienda su realización, para lo cual es necesario tener en cuenta las etapas para la puesta en marcha de todo proyecto.

V.- CONCLUSION

Por lo visto en los últimos años podemos observar que en el país no se hace un buen uso racional de los recursos naturales como el agua de lluvia para los diferentes cultivos (agricultura de temporal). Con la construcción de la presa de mampostería se aprovechará el pequeño manantial de los arroyos, utilizando racionalmente el escurrimiento del agua. Con esto se transformará la agricultura de temporal a riego.

Como recomendación diremos que es deseable, que en aquellos lugares donde existen pequeños manantiales, se construya pequeñas presas de derivación y almacenamiento para pasar de una agricultura de temporal a una de riego.

Este tipo de obras impactan positivamente, pues ayudan en la conservación del suelo y del agua.

II. LITERATURA CITADA

- García casillas I. Briones Sánchez G. 1997. Sistema de riego por aspersión y goteo. Editorial Trillas, SA de C.V., mexicana. Pág. 172-184.
- Fuente Yague J. L. 2003. Técnicas de riego., Ediciones mundi-presas., Madrid España., Pag. 281-315.
- Trueba Coronel, S. 1971. Hidráulica. Agrónomo en Irrigación. Compañía Editorial Continental S. A. México 22. D. F., Pag. 29-47.
- Mora, R.P. 1993. La ingeniería de Operación en los distritos de Riego. Trillas. México. P, 14-17.
- Arteaga Tovar R. E., 1993. Hidráulica Elemental. 1ª Edición. UACH. Departamento de Irrigación.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI). 1992. Carta de climas regionales, escala 1: 50000. Saltillo. Ortofotos: G14c31, G14c.

APENDICES

APÉNDICE A CUADRO DE PRECIPITACIONES PARA DETERMINAR EL PERIODO DE RETORNO

Números	Años	Lluvias máximas (mm)	(K - 1)	Probabilidad P , (%)
1	1988	116.0	5.39554	2.44
2	1961	81.0	1.74307	4.88
3	1995	71.5	1.09856	7.32
4	1967	61.0	0.55853	9.76
5	1978	55.0	0.33118	12.20
6	1996	51.0	0.21243	14.63
7	1963	49.0	0.16290	17.07
8	2002	44.0	0.06780	19.51
9	1966	43.0	0.05370	21.95
10	1985	40.0	0.02126	24.39
11	1976	40.0	0.02126	26.83
12	1974	40.0	0.02126	29.27
13	1981	36.0	0.00097	31.71
14	1977	36.0	0.00097	34.15
15	1990	35.0	0.00001	36.59
16	1989	34.0	0.00068	39.02
17	1983	32.0	0.00695	41.46
18	1973	31.0	0.01254	43.90
19	1971	31.0	0.01254	46.34
20	1992	29.0	0.02866	48.78
21	1979	28.0	0.03918	51.22
22	1972	28.0	0.03918	53.66
23	1987	27.0	0.05134	56.10
24	1970	26.0	0.06514	58.54
25	1965	26.0	0.06514	60.98
26	1998	25.5	0.07266	63.41
27	1991	24.0	0.09767	65.85
28	1997	23.5	0.10682	68.29
29	1964	23.5	0.10682	70.73
30	1993	22.0	0.13676	73.17
31	1975	22.0	0.13676	75.61
32	2001	21.5	0.14756	78.05
33	1969	21.0	0.15876	80.49
34	1986	20.0	0.18241	82.93
35	1968	20.0	0.18241	85.37
36	1962	20.0	0.18241	87.80
37	1982	19.0	0.20770	90.24
38	1984	15.0	0.32527	92.68
39	1980	15.0	0.32527	95.12
40	1994	14.0	0.35876	97.56
	Σ	1396.5	12.73885	
	Media	34.91		
			K=Prec/Media	
			P=(N/m+1)*100	

Precipitaciones de 40 años de General Cepeda, Coahuila.

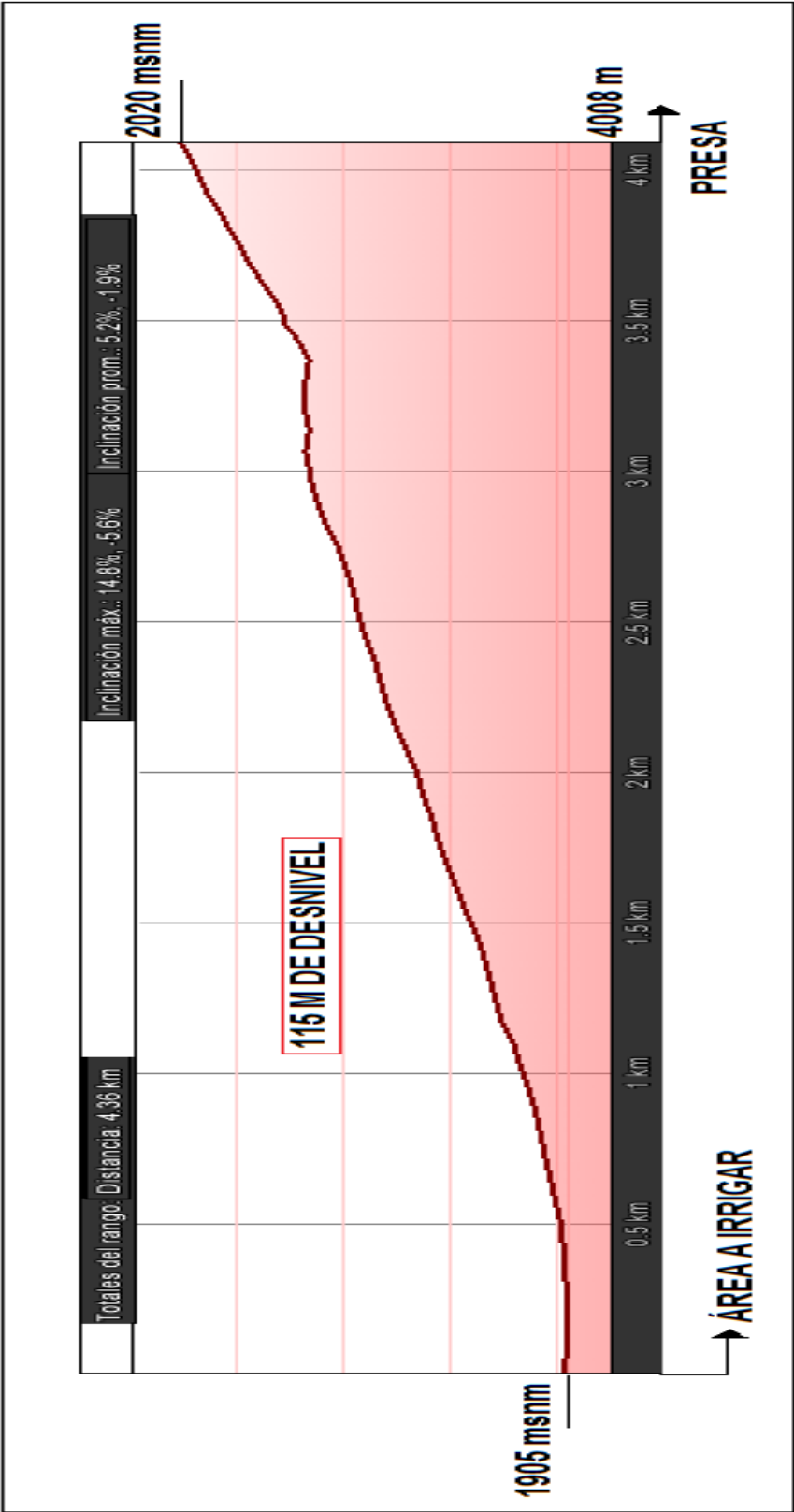
APÉNDICE B NORMALES CLIMATOLÓGICAS

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL												
NORMALES CLIMATOLÓGICAS 1971-2000												
ESTADO DE: COAHUILA												
ESTACION: 00005016 GRAL.CEPEDA, GRAL.CEPEDA												
LATITUD: 25°22'59" N. LONGITUD: 101°28'32" W. ALTURA: 1,400.0 MSNM.												
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

TEMPERATURA MAXIMA												
NORMAL	19.2	21.3	25.7	28.6	31.5	32.2	31.5	30.7	28.5	26.3	23.1	20.0
MAXIMA MENSUAL	23.2	24.6	28.3	31.7	37.7	37.6	35.4	34.2	32.5	30.4	26.5	23.8
AÑO DE MAXIMA	1982	1996	1991	1998	1998	1998	1998	1997	1995	1979	1994	1977
MAXIMA DIARIA	32.5	35.0	38.0	39.0	42.0	42.0	39.7	41.0	41.0	36.0	34.0	32.0
FECHA MAXIMA DIARIA	19/1982	22/1996	26/1998	17/1976	22/1998	03/1998	02/1992	03/1996	01/1979	21/1979	06/1996	11/1984
AÑOS CON DATOS	28	27	27	28	27	28	28	28	28	28	27	28
TEMPERATURA MEDIA												
NORMAL	12.0	13.6	17.4	20.6	23.8	24.9	24.4	23.8	21.9	19.3	15.7	12.9
AÑOS CON DATOS	28	27	27	28	27	28	28	28	28	28	27	28
TEMPERATURA MINIMA												
NORMAL	4.8	5.8	9.2	12.6	16.2	17.6	17.4	16.9	15.2	12.3	8.3	5.8
MINIMA MENSUAL	1.9	3.5	5.4	9.1	14.1	14.9	15.6	15.3	12.2	10.6	5.4	2.6
AÑO DE MINIMA	1985	1978	1996	1983	1992	1979	1985	1984	1979	1989	1979	1997
MINIMA DIARIA	-7.0	-5.0	-4.0	-0.3	7.0	9.0	10.0	11.0	5.0	1.0	-4.0	-11.0
FECHA MINIMA DIARIA	06/1979	11/1981	06/1977	14/1980	30/1973	14/1979	01/1985	21/1980	27/1995	31/1993	19/1980	25/1983
AÑOS CON DATOS	28	27	27	28	27	28	28	28	28	28	27	28
PRECIPITACION												
NORMAL	13.2	8.5	4.5	14.1	28.9	48.9	67.5	70.9	62.3	25.0	11.8	15.3
MAXIMA MENSUAL	78.5	34.0	64.0	68.0	93.5	135.5	165.0	177.8	158.0	82.0	74.0	51.0
AÑO DE MAXIMA	1992	1973	1997	1985	1996	1993	1976	1995	1973	1971	1976	1986
MAXIMA DIARIA	35.0	26.0	22.0	28.0	64.0	50.5	49.0	66.0	72.0	38.5	30.0	28.0
FECHA MAXIMA DIARIA	30/1984	25/1987	10/1997	08/1985	31/1996	11/1993	26/1996	01/1995	13/1974	12/1998	16/1976	02/1989
AÑOS CON DATOS	28	27	27	28	27	28	28	28	28	28	27	28
EVAPORACION TOTAL												
NORMAL	93.4	119.9	197.3	216.7	238.0	220.5	198.1	181.8	151.3	132.1	103.2	82.3
AÑOS CON DATOS	27	26	26	27	26	27	26	26	27	27	26	27
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA												
AÑOS CON DATOS	2.5	1.7	0.9	2.0	4.4	6.0	8.2	8.3	7.0	3.7	1.8	2.7
NIEBLA												
AÑOS CON DATOS	0.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.5
GRANIZO												
AÑOS CON DATOS	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
TORRENTA E.												
AÑOS CON DATOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.7	1.0	0.4	0.6	0.2	0.0	0.0
	28	27	27	28	27	28	28	28	28	28	27	28

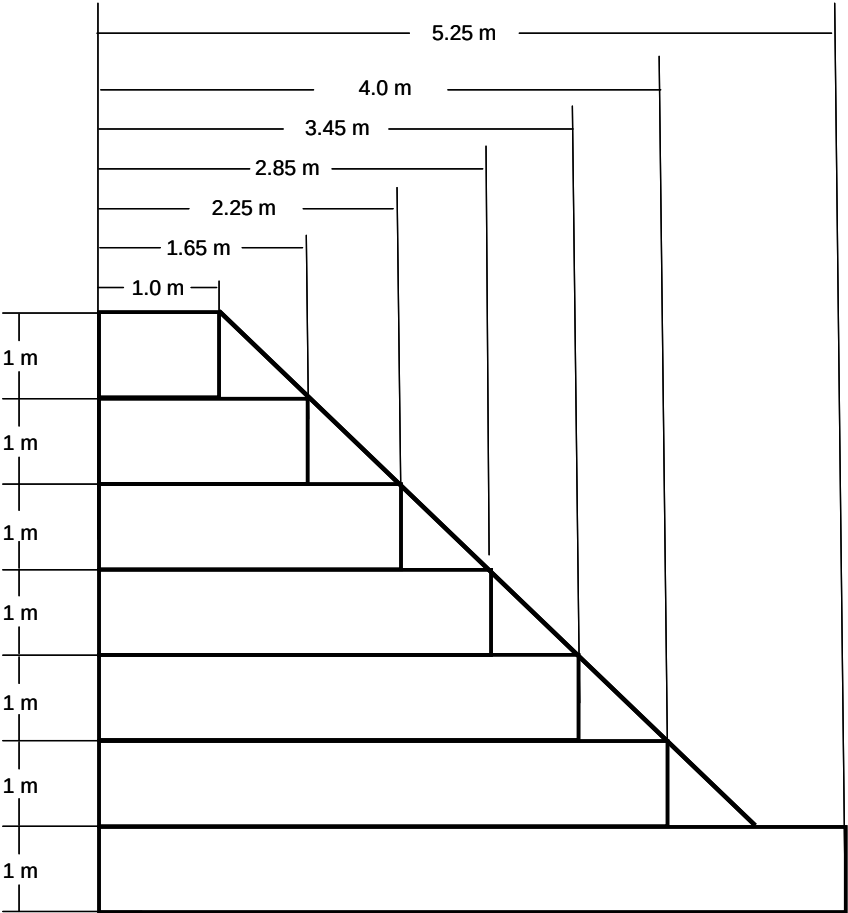
Normales Climatológicas de General Cepeda, Coahuila

APÉNDICE C PERFIL DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN



APÉNDICE D

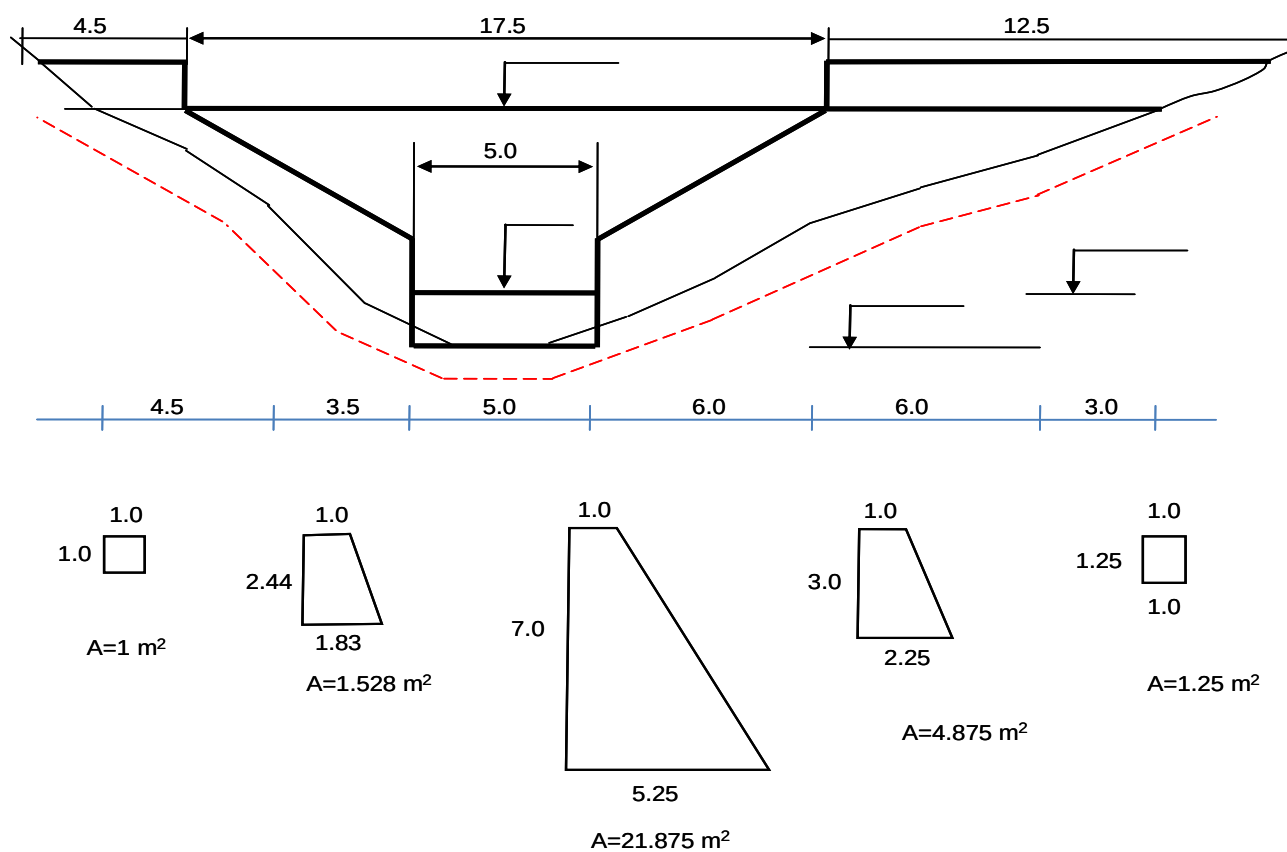
**CORTE TRANSVERSAL
ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DEL MURO**



Acotaciones en metros

APÉNDICE E CORTE TRANSVERSAL, ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DEL MURO.

Vista de aguas abajo de la presa derivadora de mampostería.



APÉNDICE F Descripción y análisis del presupuesto

LIMPIA TRAZO Y JORNAL.

$$\left(\frac{181.473}{2.6 \text{ m}^2 / \text{jornal}} \right) = 70 \text{ jornales}$$

EXACABACION.

$$\left(\frac{181.473 * 1.5}{1.25 \text{ m}^3 / \text{jornal}} \right) = 217 \text{ jornales}$$

PEPENA Y ACARREO

$$\left(\frac{451.895 \text{ m}^3}{2.4 \text{ m}^3 / \text{jornal}} \right) = 188 \text{ jornales}$$

ACOMODO DE PIEDRA

$$\left(\frac{451.895 \text{ m}^3}{2 \text{ m}^3 / \text{jornal}} \right) = 226 \text{ jornales}$$

Total de jornales.= 701 jornales

$$701 * 129 = \$90,429$$

APÉNDICE G Análisis por acción

Construcción de presa de mampostería

Relación de agregados para un m³ de construcción

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Cemento	Ton	0.17	2,400.00	408.00
Arena	m ³	0.7	420.00	294.00
Grava	m ³	0.6	300.00	180.00
Piedra bola	m ³	0.6	299.15	179.490
TOTAL:				1,061.49

Componente de mezclas para la construcción total de la obra

Agregados de componentes	Volumen m ³	Cemento Ton	Arena m ³	Grava m ³	Piedra m ³
	345	58.65	241.5	207	207

Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTO R
Cemento	ton	58.5	2,400.00	140,400.00	140,400.00	0.00
Arena	m ³	241.5	288	69,552.00	69,552.00	0.00
Grava	m ³	207	300.00	62,000.00	62,000.00	0.00
Piedra bola	m ³	207	299.15	61,924.05	0.00	61,924.05
Mano de obra que considera: Limpia y trazo, excavación	jornal	701	129.87	91,038.87	91,038.87	0.00

para empotramiento y desplante de cortina, construcción de la presa						
TOTAL:				429,914.92	362,990.87	61,924.05
				100.00%	83.92%	16.08%

Presupuesto del proyecto

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE
Construcción de pequeña presa de mampostería	Obra	1	\$429,914.92	\$429,914.92
TOTAL:				\$429,914.92