

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

# **Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTORES

**OLIVARI FEIJOO, OSCAR PIERO**

**CASTRO SARAVIA, RAÚL**

**LIMA – PERÚ 2008**

..	1
AGRADECIMIENTO .	4
INTRODUCCIÓN .	5
CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES . .	6
CAPITULO 2. ALTERNATIVAS DE DISEÑO .	23
CAPITULO 3. DINAMICA POBLACIONAL . .	29
CAPITULO 4. DISEÑO DE AGUA POTABLE . .	42
CAPITULO 5. DISEÑO DE ALCANTARILLADO .	87
CAPITULO 6. RESERVORIO .	113
CAPITULO 7. ANALISIS ESTRUCTURAL .	117
CAPITULO 8. DISEÑO DE ELEMENTOS . .	143
CAPITULO 9. IMPACTO AMBIENTAL .	210
CAPITULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .	264

---

*A mi Padre; A mi Madre; A mis hermanas; A Giosser; A todos.... Mi agradecimiento por el apoyo, colaboración, comprensión y empuje que recibí de ellos*

# **AGRADECIMIENTO**

Quedo profundamente agradecido de todas aquellas personas, profesionales, y amigos, que, en una u otra forma, han intervenido en la culminación de una parte de mi carrera profesional. Este agradecimiento, es en forma muy especial a la Ing. Jacqueline Escobar. Por su valiosa orientación en el desarrollo de la presente Tesis.

# INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo que se ha investigado se ha previsto cuidadosamente el analizar cada uno de los parámetros para que pueda ser concebido de la manera más cercana y mas optima para la resolución de los requerimientos atendidos.

Morrope es una de los distritos más importantes de la provincia de Lambayeque, ya que posee una de las más importantes del Perú que posee altos niveles de biodiversidad, microclimas que permiten el desarrollo de especies únicas en el mundo,

El área de estudio corresponde a la zona oeste del distrito de Mórrope, que no cuenta con el servicio de agua potable y alcantarillado.

Esta situación compromete la salud de la población, en especial de bajos recursos y se vuelve vulnerable a las enfermedades producidas por las condiciones del ambiente físico tales como: enfermedades de la piel, enfermedades bronquiales y gastrointestinales, lo que se traduce en pérdidas de horas de trabajo de esta población. En la población de menor edad la consecuencia es el ausentismo a las escuelas, aparte de contraer las enfermedades ya indicadas.

Por ello, el presente estudio, propone el diseño de agua potable y alcantarillado mediante la simulación hidráulica del programa Epanet, Watercad , SewerCad.

Con ello buscamos solucionar el problema del abastecimiento de agua potable y de la evacuación de las aguas servidas, contando con un sistema de alcantarillado.

Para el presente trabajo se elaboró el estudio de suelos, en donde se efectuaron ensayos de campo y laboratorio, lo que nos permitió establecer estratigrafías de los suelos, determinándose las clasificaciones y otras características. Además se desarrolló el estudio de impacto ambiental, lo cual detallamos en los respectivos capítulos.

## **CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Introducción.**

En el presente trabajo que se ha investigado se ha previsto cuidadosamente el analizar cada uno de los parámetros para que pueda ser concebido de la manera más cercana y mas optima para la resolución de los requerimientos atendidos.

Morrope es una de los distritos más importantes de la provincia de Lambayeque, ya que posee una de las más importantes del Perú que posee altos niveles de biodiversidad, microclimas que permiten el desarrollo de especies únicas en el mundo,

El área de estudio corresponde a la zona oeste del distrito de Mórrope, que no cuenta con el servicio de agua potable y alcantarillado.

Esta situación compromete la salud de la población, en especial de bajos recursos y se vuelve vulnerable a las enfermedades producidas por las condiciones del ambiente físico tales como: enfermedades de la piel, enfermedades bronquiales y gastrointestinales, lo que se traduce en pérdidas de horas de trabajo de esta población. En la población de menor edad la consecuencia es el ausentismo a las escuelas, aparte de contraer las enfermedades ya indicadas.

Por ello, el presente estudio, propone el diseño de agua potable y alcantarillado mediante la simulación hidráulica del programa Epanet, Watercad , SewerCad.

Con ello buscamos solucionar el problema del abastecimiento de agua potable y de la evacuación de las aguas servidas, contando con un sistema de alcantarillado.

Para el presente trabajo se elaboró el estudio de suelos, en donde se efectuaron ensayos de campo y laboratorio, lo que nos permitió establecer estratigrafías de

los suelos, determinándose las clasificaciones y otras características. Además se desarrolló el estudio de impacto ambiental, lo cual detallamos en los respectivos capítulos.

## **1.2 Características Generales.**

Las habilitaciones que conforman el área de estudio, están ubicados en la jurisdicción del C. P. Cruz de Médano del Distrito de Mórrope. Se realizó censo los días 15, 17, 18, 19 y 20 de Setiembre 2007.

La población total es de 3,861 habitantes, ocupando un área conformada por 647 lotes. Actualmente, una parte de población comprendida dentro del área de influencia del proyecto carece de los servicios básicos de agua y desagüe. Solamente 326 lotes cuentan con servicio de agua potable en horario restringido.

En las zonas donde no existe dicho servicio, el abastecimiento se efectúa principalmente a través de pozos artesanales.

La obra de abastecimiento de agua en el C.P. Cruz de Médano fueron realizadas en el año 2000 así como la perforación e instalación del pozo existente (P-01) que bombea actualmente 6.0 l/seg.

Debido al crecimiento poblacional y a la forma rural adoptada, debido los Anexos comprendidos en el área del proyecto se ven expuestos a contraer enfermedades de origen hídrico. Por ello, con la finalidad de mitigar los efectos de dichas enfermedades y mejorar las condiciones de vida de la población, Se va viene elaborando el estudio de Sectorización de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en el Centro Poblado Cruz del Médano y anexos del distrito de Mórrope.

Teniendo en cuenta los antecedentes antes descritos, la necesidad de la población de contar con servicios de agua potable y alcantarillado, y la

disponibilidad de fuente de abastecimiento de agua potable; es que la Municipalidad Distrital de Mórrope, tiene programado buscar financiamiento para ejecutar en forma prioritaria en el año 2007, 2008 y 2009 las obras de “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del C.P. Cruz del Médano – Mórrope”.

### 1.2.1 Ubicación.

El Centro Poblado Cruz de Médano se encuentra ubicado en el distrito de Mórrope el cual esta ubicado en la provincia y departamento de Lambayeque, a 33.50Km. de la ciudad de Chiclayo, a 23.00 Km. De la ciudad de Lambayeque.

El Centro Poblado Cruz del Médano se encuentra ubicado en:

- Región :	LAMBAYEQUE.
- Departamento:	LAMBAYEQUE.
- Provincia :	LAMBAYEQUE.
- Distrito :	Mórrope.
- Altitud :	50 metros sobre el nivel del mar

El proyecto desarrollará en los Anexos: El Porvenir, San Miguel, Santa Elena, Santa Rosa, Los Sánchez, Los Barrios del C. P. Cruz del Médano del Distrito de Mórrope en la Provincia y Departamento de Lambayeque

El distrito de Mórrope limita con los siguientes distritos:

Por el Norte	Distrito de Olmos, Pacora y Túcume
Por el sur	Provincia de Lambayeque
Por el Este	Distrito de Mochumi, y Provincia de Lam
Por el Oeste	Océano Pacífico

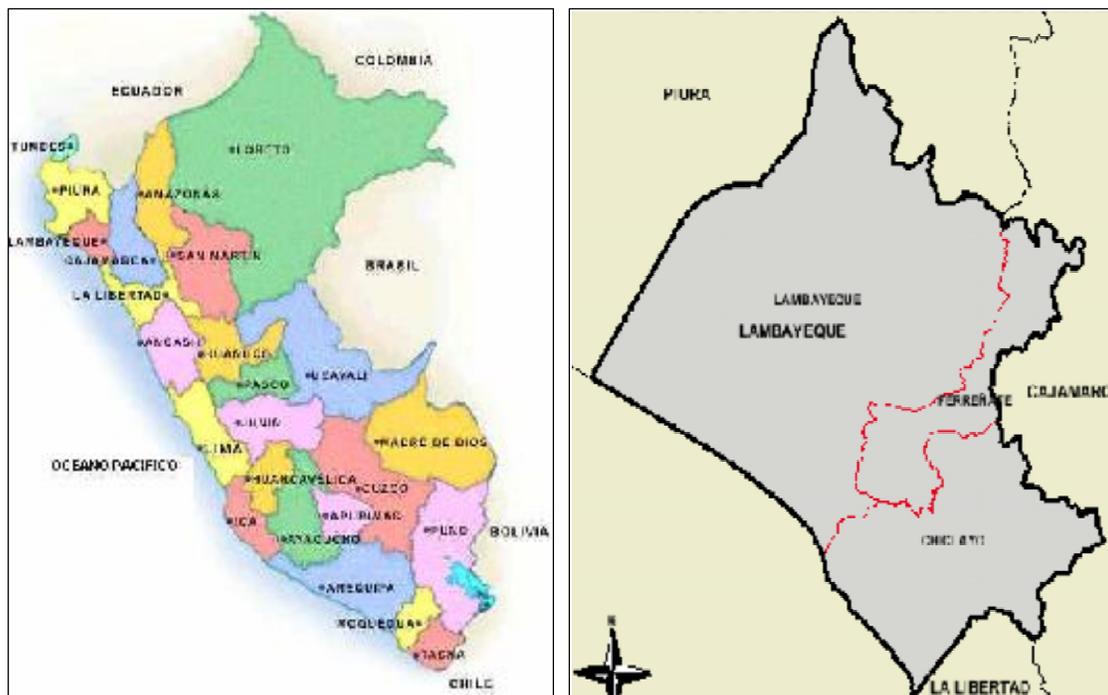
**El Centro Poblado Cruz del Médano**, es el primer Centro Poblado del Distrito de Mórrope, En que la Municipalidad Provincial de Lambayeque en **ACUERDO DE CONCEJO N° 048/2002-MPL**, Lambayeque 22 de Agosto de 2002, El Concejo Municipal en su sesión Ordinaria Décima Sexta de Fecha 21 de Agosto del 2002 y con las facultades que otorga la ley Orgánica de Municipalidades N° 23853, POR MAYORIA ACORDO:

**ARTICULO PRIMERO:** RECONOCER como CENTRO POBLADO MENOR al caserío “CRUZ DEL MEDANO”, UBICADO EN EL Distrito de Mórrope, Provincia y Departamento de Lambayeque.

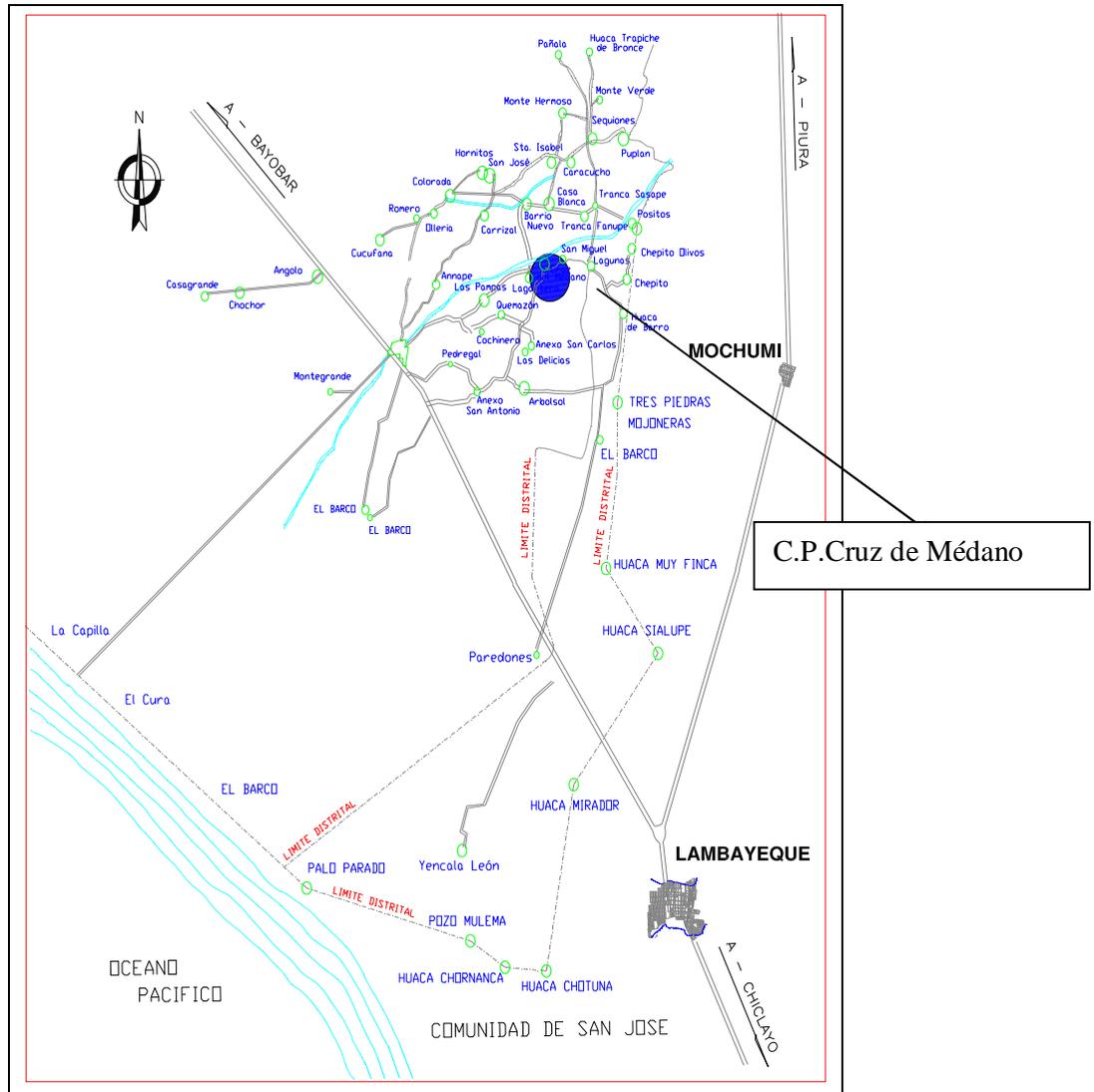
**ARTICULO SEGUNDO:** CREAR, la MUNICIPALIDAD DELEGADA, del Centro Poblado Menor “CRUZ DEL MEDANO” que tendrá jurisdicción dentro de los siguientes linderos:

*FUENTE: Documento de ACUERDO DE CONCEJO N° 048/2002-MPL  
Lambayeque, 22 de Agosto de 2002*

### Plano de Localización



## Plano de Ubicación



### 1.2.2 Clima.

Temperatura.-El clima en el Centro Poblado Cruz de Médano es desértico subtropical, característico de la costa Norte del Perú, presentándose en los meses de Diciembre a Abril, con abundante calor con una temperatura de 31°C en el verano y templado en el invierno con una temperatura de 16°C, presentándose en los meses de Mayo a Noviembre las precipitaciones pluviales se presentan en los

meses de verano en regular magnitud. Los vientos predominantes son los que soplan de Sur a Norte con una velocidad variable de 3 a 10 nudos.

### **1.2.3 Topografía.**

El centro Poblado Cruz de Médano tiene una formación y desarrollo topográfico de pendiente suave. En la parte mas alta presentando una altura de 55msnm y en la zona mas baja una altura de 44msnm.

### **1.2.4 Tipo de Suelo.**

El subsuelo está conformado por depósitos de materiales finos de origen eólico y aluvial, predominantemente arenoso, areno-limoso suelto o medianamente denso, greda salitrosa y cascajo a mayor profundidad (5 m).

### **1.2.5 Vías – Aspectos Urbanos – Servicios Públicos.**

Para llegar al distrito de Morrope, Departamento – Lambayeque, Provincia – Lambayeque. Cuenta con la carretera Norte Lambayeque - Mórrope - Bayóvar de 23Km. Totalmente asfaltada,

El acceso es mediante vía carrozable en una distancia de 8.7km del Distrito de Mórrope al C. P Cruz del Médano teniendo desvío a la altura del Km.817.5 de la Panamericana Norte, teniendo como referencia (La planta de sal - Mórrope)

Las vías de comunicación que cuenta son las siguientes:

**Cuadro N° 1: VÍAS DE COMUNICACIÓN**

<b>RUTA</b>	<b>TIPO DE MOVILIDAD</b>	<b>COSTO DE PASAJEROS</b>
<b>Lima - Chiclayo</b>		
Lima - Chiclayo	Bus	S/. 60.00
	Avión	\$ 99.00
<b>Chiclayo - Morrope</b>		
Chiclayo – Morrope	Auto	S/. 20.00
	Transp.Publico	S/.4.00
<b>Morrope – Cruz de Médano</b>		
Morrope – Cruz de Médano	Auto	S/. 2.00
	Transp. Publico	S/.1.00

Fuente: Recursos Propios

El transporte en el C.P. de Cruz de Médano se realiza básicamente a través de unidades pequeñas (mototaxis), también, existen otras unidades como taxis y combis, que son utilizadas preferentemente para el traslado fuera de C.P. Cruz de Médano

El costo de carga en la empresa de transporte es de s/1.00 por cada 50 Kg. y en algunos de los casos poseen su propia unidad de transporte.

### **1.2.6 Marco Social – Político y Religioso.**

#### **Usos de la Vivienda:**

De acuerdo al estudio socio económico efectuado en los anexos San Miguel, Santa Elena, El Porvenir, Santa Rosa, Los Barrios del C.P. Cruz del Médano del distrito de Morrope, provincia y departamento de Lambayeque el 95.5% de viviendas de esta localidad son utilizadas sólo para fines de residencia, en tanto que el 4.5%, son usados para vivienda y también para realizar actividades

productivas y Comerciales.

### **Cuadro N°2: Usos de la Vivienda**

<b>Uso de la Vivienda</b>	<b>Total (%)</b>
Sólo vivienda	95.5
Vivienda y actividad productiva	4.5

*Fuente: Recursos Propios*

### **Régimen de tenencia de la vivienda:**

En los anexos El Porvenir, San Miguel Santa Elena, Santa Rosa y Los Barrios del C. P Cruz del Médano, el 97.82% de viviendas son propias, el 1.45% son alquiladas y el 0.73% tiene otro régimen de tenencia.

### **Cuadro N°3: Régimen de tenencia de la Vivienda**

<b>Régimen de tenencia</b>	<b>Total (%)</b>
Propia	97.82
Alquilada	1.45
Otro	0.73

*Fuente: Recursos Propios*

### **Material predominante en la vivienda:**

El 86.18% de las viviendas de los Anexos El Porvenir, San Miguel, Santa Elena,, Santa Rosa, Los Sánchez y Los Barrios del C.P Cruz del Médano son de adobe y el 8.00% son de material noble. Por otro lado, el 5.82% son de otro tipo de material, principalmente carrizo y barro.

**Cuadro N°4: Material predominante en la vivienda**

Material predominante en la casa	Total (%)
Adobe	86.18
Material noble	8.00
Otro	5.82

Fuente: Recursos Propios

**Servicios de la vivienda:**

El 59.64% de las viviendas disponen de energía eléctrica, en tanto que, el 40.36% no cuentan con este servicio.

El servicio de teléfono fijo no tiene acceso el 100% de las viviendas. Existen dos centros comunitarios y algunos pobladores hacen uso del celular

El 56.21% de las viviendas tienen conexión domiciliaria de agua, en tanto, que la no disponibilidad de alcantarillado alcanza al 100% de las viviendas.

**Cuadro N°5: Servicios de la Vivienda**

Servicio Domiciliario	Total (%)	Tiene	
		Si	No
Energía Eléctrica	100.0	59.64	40.36
Teléfono fijo	100.0	00.00	100.0
Conexión domiciliaria de agua	100.0	56.21	43.79
Conexión de alcantarillado	100.0	00.00	100.0

Fuente: Recursos Propios

**Familias que habitan la vivienda:**

La mayoría de las viviendas el (84%) es habitada solamente por una familia y el 11.27 % por dos familias. El porcentaje de viviendas que es habitada por tres familias o más es minoritario.

**CuadroN°6 : Familias que habitan la vivienda**

<b>Número de familias que habitan la vivienda</b>	<b>Total (%)</b>
Una	84.00
Dos	11.27
Tres	4.73

*Fuente: Recursos Propios*

**a. Características socioeconómicas y culturales de la población afectada**

acuerdo a los resultados de la encuesta, se tiene los siguientes datos:

**Empleo**

- Dentro del área de estudio, trabaja solo el jefe de hogar( 71.27%) esposo y esposa (5.09%),jefe de hogar e hijos (17.09%) solo hijos (6.55%) mayormente la mujer se dedica a labores de casa y ayuda en la pequeña agricultura ,también contribuyen con estas labores estudiantes de primaria y secundaria
- La población que trabaja en forma independiente, desempeñándose como agricultor (43.27%),obrero(38.18%), comerciantes(8.37%)chofer (5.09%) moto taxistas (1.09%),cobrador(0.73%) y otros( 3.27%) de carácter menor.
- Asimismo, existe la población que trabaja en forma dependiente, en diversas entidades tanto estatal como empresas privadas (generalmente en casas).
- La agricultura, ganadería, crianza de aves menores son una de las principales actividades de la población.

**b. Negocios Pequeños en la Zona:**

Dentro del área del estudio las características de las viviendas son en un 95.5% Domesticas y un 4. 5% comercial.

**c. Nivel de ingresos mensuales por poblador y por familia:**

De acuerdo a la encuesta realizada se tiene que un ( 97.09%) gana menos de 500 soles.

Un (2.55%) gana entre 500 y700 soles, un (0.36%) gana más de 900 soles.

**Gasto promedio de las familias:**

En el área de estudio, el gasto promedio de las familias que disponen del servicio es el siguiente:

**Cuadro N°7 : Gasto promedio mensual de las familias**

<b>Rubro de Gastos</b>	<b>Gasto Promedio (S/.)</b>
Gasto por teléfono	19.98
Gasto por energía eléctrica	20.78
Gasto por agua	5.00
Gasto por alimentos	219.98
Gasto por transportes	48.84
Gasto por salud	95.94
Gasto por educación	63.94
Gasto por combustible	43.49
Gasto por vestimenta	82.56
Gasto por vivienda	28.75
Gasto por otros	25.00

*Fuente: Recursos Propios*

**d. Nivel de educación:**

Las estructuras educativas que se encuentran en la zona de estudio son pocas, sin embargo logran abastecer de dicho servicio a la población. Existe la Institución Educativa N° 10158 “Julio C. Tello” – Cruz del Médano

**Cuadro N° 8: Nivel de Educación**

<b>NIVEL DE ESTUDIOS</b>	<b>Nº DE ALUMNOS MATRICULADOS AÑO 2006</b>	<b>%</b>
PRIMARIA	519	63.75
SECUNDARIA	295	36.25
TOTAL	814	100.00

*Fuente: Informe Técnico Pedagógico año 2007 I. E "Julio C. Tello" C. P Cruz del Médano- Mórrope*

**Prevalencia de enfermedades digestivas, tropicales y dermatológicas:**

Se cuenta con 1 Puesto de salud en el Centro Poblado Cruz del Médano siendo la mas importante el Centro de salud de Mórrope que atienden casos menores, y de ser requeridos mayores atenciones, en caso de alguna operación o casos muchos mas complicados, los pobladores se tienen que trasladar al Hospital Belén o ESSALUD, clínicas particulares ubicados en la provincia y departamento de Lambayeque. De acuerdo a la información de la posta médica en todo el Distrito de Mórrope, se presenta la siguiente información:

**e. Servicios públicos:**

**- Energía eléctrica:**

La población cuenta con servicios de alumbrado público desde el año 2002 y con alumbrado domiciliario en un 59.64% No teniendo alumbrado domiciliario un 40.36% El servicio es otorgado por la empresa ENSA sucursal Illimo

**- Telecomunicaciones:**

Actualmente el 100% no cuenta con telefonía fija (domiciliaria), existen dos centros comunitarios, algunos pobladores hacen uso del celular

**f. Situación de los servicios de saneamiento:**

**- Sistema de Agua:**

Solamente 326 lotes del área de estudio cuentan con servicio de agua potable a través de conexiones domiciliarias lo que representa el 50.38% de cobertura, donde el abastecimiento se realiza en forma racionada un promedio de 2 horas.

En el centro poblado Cruz del Médano distrito de Mórrope se abastece del pozo existente P-01 que bombea directo a la red la cual abastece a la población del Centro Poblado Cruz del Médano.

254 lotes no cuentan con servicio de agua potable a través de conexiones domiciliarias, lo que representa el 39.25% siendo su abastecimiento de agua a través de pozos artesanales trasladándolo en baldes plásticos y acémilas.

**- Sistema de Alcantarillado:**

De toda la población del área de estudio, existen 647 lotes que no cuentan con servicio de alcantarillado

No cuentan con colectores de servicio por lo que ésta población ha construido silos y letrinas de manera artesanal, la población descarga sus desagües directamente al medio ambiente, generando la proliferación de moscas, contaminando el medio ambiente y perjudicando la salud de la población, por lo tanto un 100% de la población total no cuenta con dicho servicio de alcantarillado.

**g. Costumbres y Practicas de Higiene:**

**- Tratamiento del Agua**

De acuerdo a los resultados de la encuesta, el 94.18% hierve el agua antes de consumirla y 4.99% trata el agua con lejía. El 1.82% de los usuarios no trata el agua antes de consumirla.

**Cuadro N°9:** Tratamiento de Purificación del agua

Tratamiento de purificación del agua	(%)
Ninguno	1.82
Hierve	94.18
Lejía	4.99

*Fuente: Estudio Socio Económico, Línea de Base Social, Servicio de Agua y Saneamiento*

**- Disposición de Excretas**

El 88.36% de viviendas utiliza el pozo ciego o negro como sistema de disposición de excretas y la letrina es utilizada por el 8.36% de usuarios. El 3.28% de viviendas no cuenta con un sistema de disposición de excretas.

**Cuadro N°10:** Sistema de disposición de excretas

Sistema de disposición de excretas	Total (%)
Letrina	8.36
Pozo ciego o negro	88.36
No tiene	3.28

*Fuente: Estudio Socio Económico, Línea de Base Social, Servicio de Agua y Saneamiento*

La cobertura del servicio de agua potable es de 56.21% con un sistema abastecido por gravedad y no existe al 100% servicio de alcantarillado para la población objetivo.

### **Censo Poblacional**

Para desarrollar este punto, se ha realizado un censo los días 15,17,18,19 y 20 del mes de Setiembre del año 2007, con una muestra representativa del Centro Poblado Cruz del Médano y los anexos El Porvenir, San Miguel, Santa Rosa, Los Sánchez y los barrios del caserío Lagartera, la cual ha sido hallada teniendo en cuenta la información que se presenta en el cuadro N° 11

### **Religioso**

En el siguiente cuadro se muestra las preferencias religiosas en el Centro Poblado Cruz de Médano.

Religión	(%)
Católica	89
Evangelista	11
Total	100

*Fuente: Recursos Propios*

En el Centro Poblado Cruz de Médano, el 89% de la población es de religión Católica y en 11% de religión evangelista

#### **1.2.7 Actualidad.**

##### **Material de Viviendas:**

En la localidad del C.P. Cruz de Médano, los materiales predominantes utilizados en las edificaciones de sus viviendas lo constituye el material noble en un (87%) y la madera y esteras en las casas sin servicios de saneamiento (13%).

##### **Salud Pública:**

En C.P. Cruz de Médano se cuenta con un Centro de Salud, construido en el año de 2002, el cual se encuentra en buen estado y regularmente equipado.

Las estadísticas de enfermedades más comunes que afectan a la población de C.P. Cruz de Médano, muestran para los años 2004, 2005 y 2006 cifras significativas de los casos registrados de morbilidad enfermedades del sistema respiratorio, enfermedades infecciosas y parasitarias, y enfermedades del sistema digestivo.

### **1.3 Objetivos.**

#### **1.3.1 Objetivos Generales:**

El objetivo de Proyecto de Elevar el nivel de vida de la población del área en proyecto “Centro Poblado Cruz de Médano”-Morrope-Lambayeque con la implementación de un sistema de Abastecimiento de agua y Alcantarillado, sin que la población se perjudique, siendo un proyecto sostenible, tener un programa de contingencia frente a una imprevisto,

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

Con este proyecto del Centro Poblado Cruz de Médano pretendemos la aplicación de los software de simulación, como es el Watercad, Epanet para el sistema de abastecimiento de agua y del sewerCAD para el sistema de alcantarillado, para nuestra viabilidad.

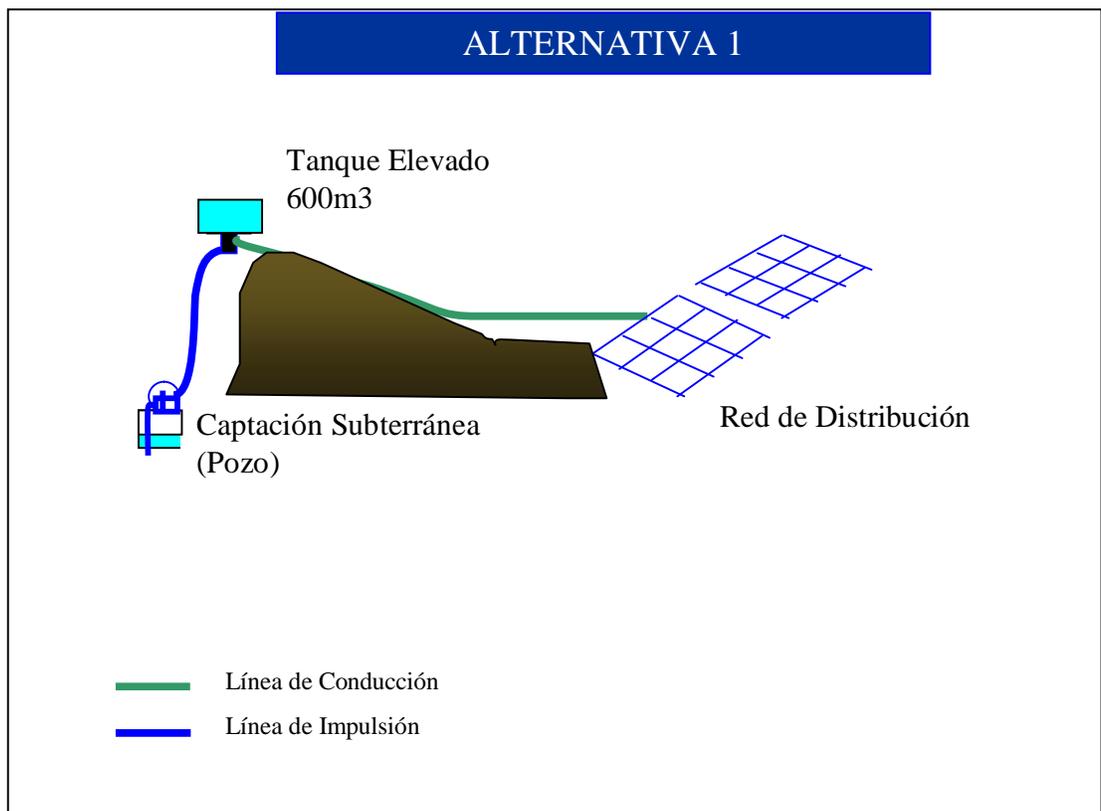
## CAPITULO II: ALTERNATIVAS DE DISEÑO

### 2.1 Alternativa de Abastecimiento de Agua.

#### 2.1.1 Alternativa A.

De acuerdo a las características topográficas de la zona de proyecto y tomando en cuenta el curso de las pendientes naturales del terreno, se verificó que el área se adecua para la concepción de un sistema de abastecimiento de agua.

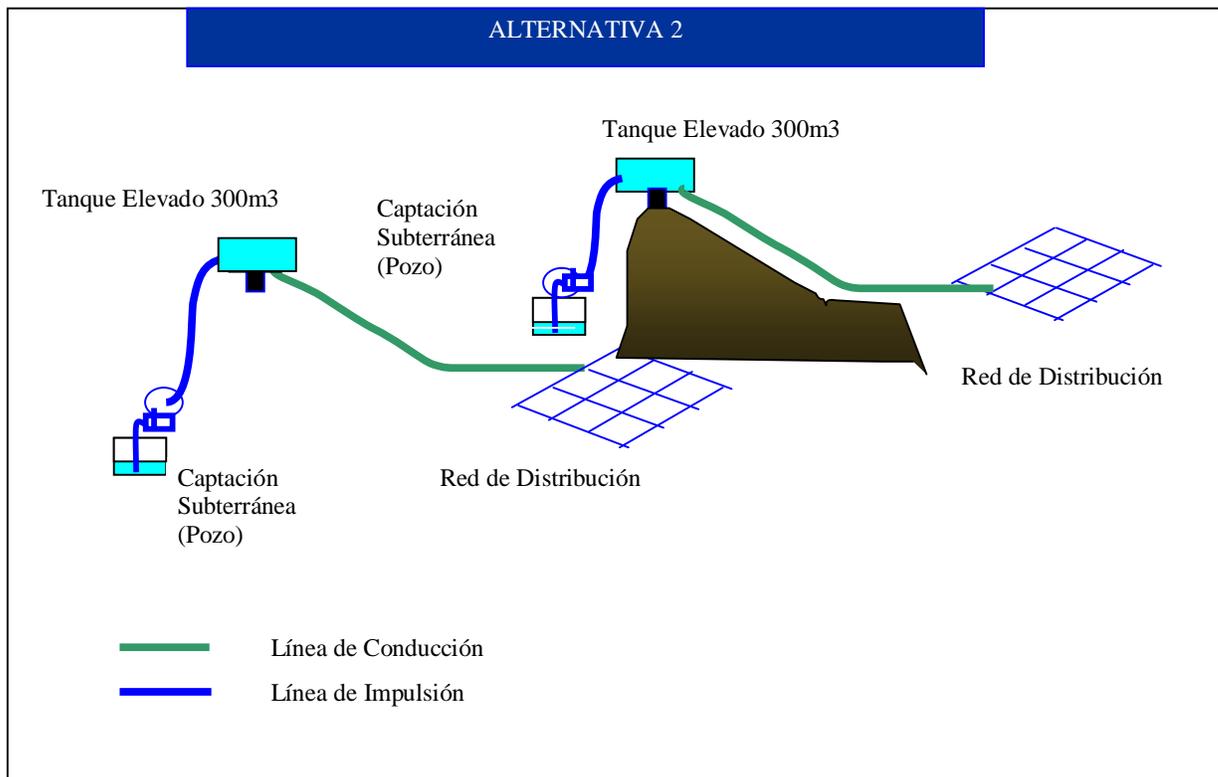
En esta Alternativa se ha previsto la perforación de 1 pozo tubular, la construcción de un reservorio elevado de 600m<sup>3</sup>, instalación de tubería de PVC de diámetro: Diámetro 200mm = 798.5mts, 140mm = 778mts, 90mm = 734.5mts, 63mm = 10175.5mt; colocación de 647 conexiones domiciliarias.



### 2.1.2 Alternativa B.

De acuerdo a las características topográficas de la zona de proyecto y tomando en cuenta el curso de las pendientes naturales del terreno, se verificó que el área se adecua para la concepción de un sistema de abastecimiento de agua.

En la siguiente Alternativa se ha previsto la perforación de dos pozos tubulares, construcción de dos reservorios elevados de 300m<sup>3</sup>, instalación de tubería de PVC: 200mm = 1350mts, 160mm = 216.5mts, 140mm = 650.5mts, 90mm = 707mts, 63mm = 9076.47mts; colocación de 647 conexiones domiciliarias.



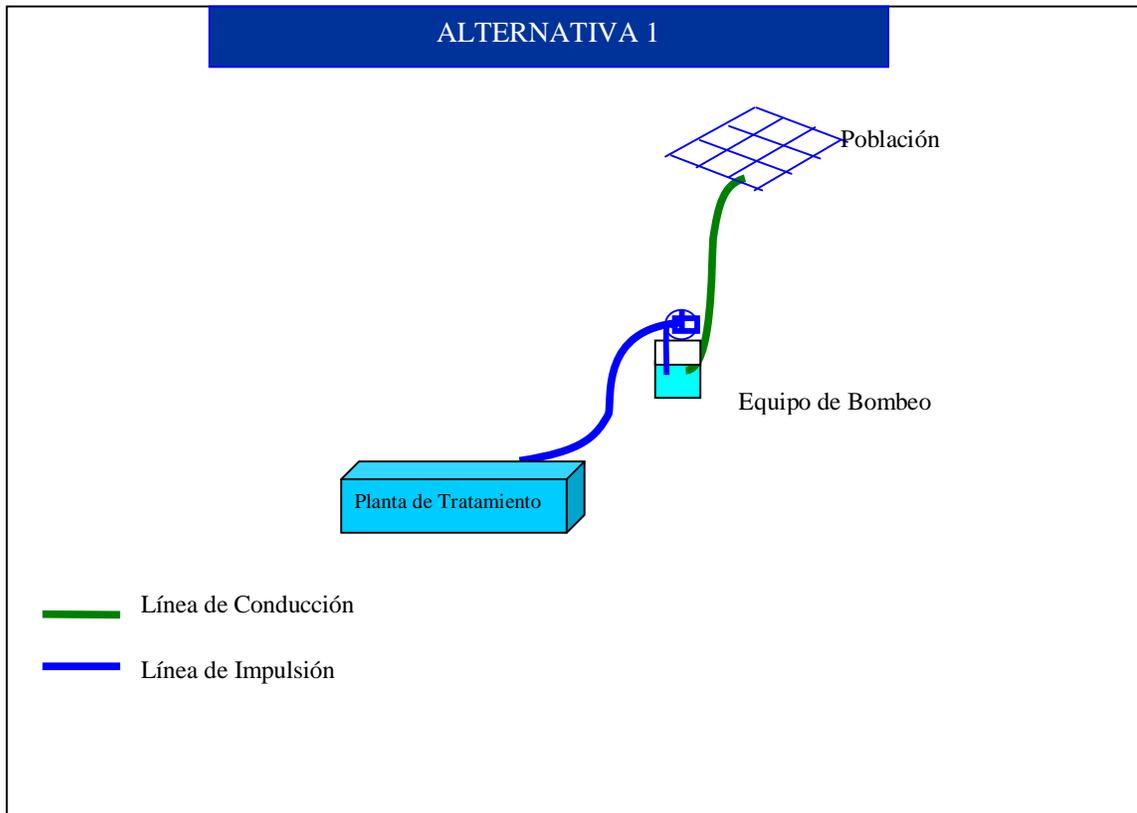
## **2.2 Alternativa de Alcantarillado.**

### **2.2.1 Alternativa A.**

De acuerdo a las características topográficas de la zona de proyecto y tomando en cuenta el curso de las pendientes naturales del terreno, se verificó que el área se adecua para la concepción de un sistema de alcantarillado sanitario con desagüe por gravedad.

Esta alternativa plantea hacer el desagüe tipo mixto, por donde discurrirán las aguas servidas y las aguas provenientes de las precipitaciones mediante tuberías de PVC ISO/UF, las mismas que ingresarán por sumideros colocados a los laterales de la avenida, distribuidos en las esquinas y centro de las calles; de acuerdo a las longitudes de las calles se colocará más sumideros, llegando hacia una laguna facultativa que está a 2.15 Km. de distancia y que será impulsada desde una cámara de bombeo, ya que la topografía no permite hacer la evacuación por gravedad.

En el Sistema de Alcantarillado se ha previsto la instalación de tubería PVC de 150mm = 4874.08 m, 100mm = 5321.43 de tubería PVC de, construcción de 270 buzones, instalación de 647 conexiones domiciliarias, construcción de cámara de bombeo y laguna de estabilización.

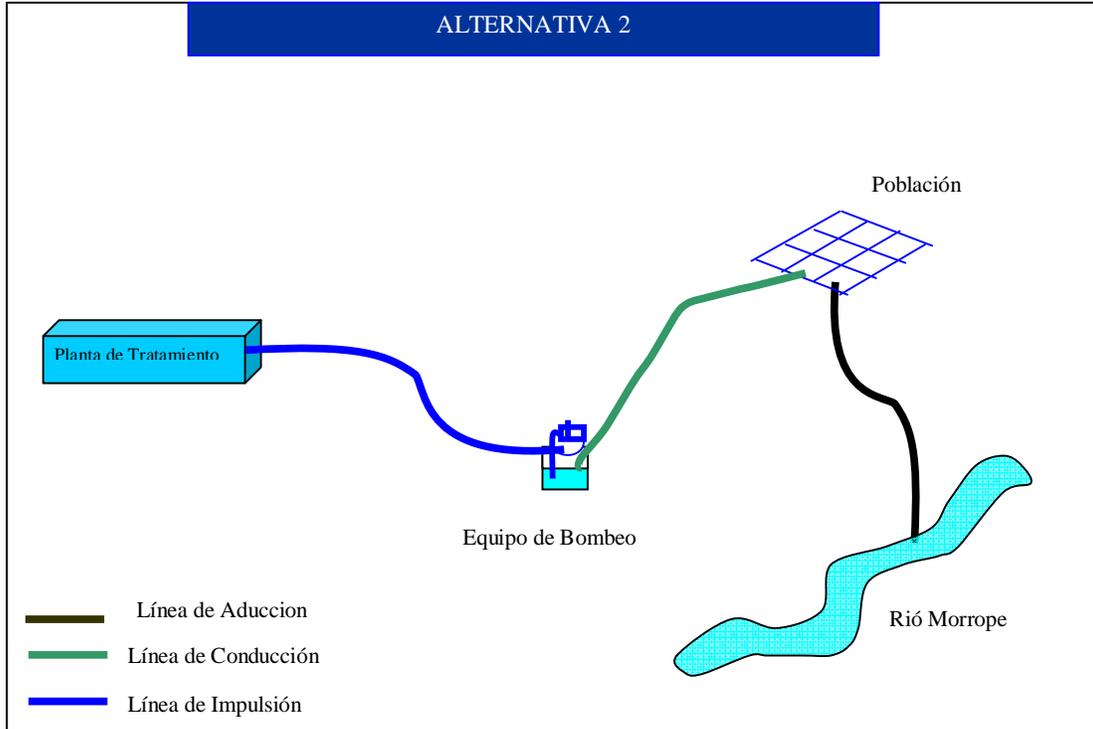


### 2.2.2 Alternativa B.

De acuerdo a las características topográficas de la zona de proyecto y tomando en cuenta el curso de las pendientes naturales del terreno, se verificó que el área se adecua para la concepción del sistema de alcantarillado.

Esta alternativa plantea un sistema de alcantarillado separativo, donde las aguas residuales proveniente de las viviendas, discurren por tuberías de PVC ISO/UF, de esa manera disminuimos el caudal de diseño, además plantea que las aguas de lluvias discurren por otro sistema de evacuación diseñadas de acuerdo a la intensidad de lluvia de la zona, que va directamente hacia el cuerpo receptor que es el río o quebrada que cruza cerca al Centro Poblado en estudio, y solo llevando \*las aguas residuales a la planta de tratamiento mediante bombeo.

Se ha previsto la instalación de tubería PVC de 150mm = 4874.08 m, 100mm = 6428.51, construcción de 270 buzones, instalación de 647 conexiones domiciliarias, construcción de cámara de bombeo y laguna de estabilización.



## 2.3 Evaluación de Alternativa a tomar.

### 2.3.1 Alternativa de Agua Potable.

La solución a tomar sería la Alternativa A, la cual detallaremos a continuación; En esta Alternativa se ha previsto la perforación de 1 pozo tubular, la construcción de un reservorio elevado de 600m<sup>3</sup>, instalación de tubería de PVC de diámetro: Diámetro 200mm = 793mts, 63mm = 9076.47mts, 90mm = 707mts, 140mm = 650.5mts, 160mm = 216.5mts; colocación de 647 conexiones domiciliarias.

Se ha elegido esta alternativa ya que con el estudio de prospección realizado da de una capacidad de 14 l/s el cual podrá abastecer a la población en un tiempo de 20 años en la cual el proyecto ha sido planteado, y con la construcción de un solo

tanque elevado la cual abastecerá ampliamente a todo el Centro Poblado Cruz de Médano.

### **2.3.2 Alternativa de Alcantarillado.**

La solución a tomar sería la Alternativa A, la cual detallaremos a continuación; Esta alternativa plantea hacer el desagüe tipo mixto, por donde discurrirán las aguas servidas y las aguas provenientes de las precipitaciones mediante tuberías de PVC ISO/UF, las mismas que ingresarán por sumideros colocados a los laterales de la avenida, distribuidos en las esquinas y centro de las calles, llegando hacia una laguna facultativa que está a 2.15 Km. de distancia y que será impulsada desde una cámara de bombeo, ya que la topografía no permite hacer la evacuación por gravedad.

En el Sistema de Alcantarillado se ha previsto la instalación de tubería PVC de 150mm = 4874.08 m, 100mm = 5321.43, construcción de 270 buzones, instalación de 647 conexiones domiciliarias, construcción de cámara de bombeo y laguna de estabilización.

El factor determinante para elegir esta alternativa fue la de no contaminar el Río Morrope, pues mediante un sistema de tratamiento podemos disminuir la toxicidad de las aguas servidas y la cual puede ser utilizada por la población para el riego de sus tierras de cultivo.

## **CAPITULO III: DINAMICA POBLACIONAL**

### **3.1 Periodo de Diseño.**

Es el tiempo estimado durante el cual las instalaciones y estructuras de un estudio cumplen satisfactoriamente la finalidad para la cual ha sido diseñado; el proyectado realizado se puede ampliar o modificar según las necesidades del caso, especialmente a consecuencia del movimiento demográfico. El periodo de diseño se encuentra ligado tanto a las proyecciones de crecimiento de la población, como a las características de los componentes del sistema.

Cuando se trata de ciudades en las cuales es posible un plan regulador para su desarrollo, se fijan horizontes de 20 años con etapas de construcción de 10 años, definiéndose las áreas factibles de una edificación progresiva para no deprimir las condiciones de servicio en el periodo de transición entre etapas.

En las localidades con menos de 5 000 habitantes, generalmente se puede establecer una sola etapa de diseño para un horizonte de 15 a 20 años de acuerdo con las proyecciones de población y sus probabilidades de desarrollo.

En las áreas urbanas definidas (urbanizaciones o asentamientos humanos en desarrollo), el horizonte esta definido por el periodo en que alcanzara su ocupación plena, de acuerdo con las características de uso asignadas por la entidad competente. Generalmente se les considera una sola etapa de diseño.

Las estructuras e instalaciones componentes del sistema, intervienen en periodos de diseño como elementos que cuentan con una vida útil o de máxima eficiencia,

que deberán ser sustituidas para mantener el nivel técnico de servicio, haciéndose las provisiones para su reemplazo, preferiblemente en forma coincidente con las etapas de diseño consideradas.

El período de diseño deberá ser calculado para cada uno de los componentes del sistema, teniendo en consideración la teoría del factor de economía de escala de materiales y equipos. Así como factores de durabilidad de acuerdo a la norma de diseño para proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales.

Tipo de Sistema	Tiempo
Gravedad	20 años
Bombeo	10 años

*Fuente: Epsel S.A.*

Población	Tiempo
< 5000	15 – 20 años

*Fuente: Epsel S.A.*

Se ha escogido un periodo de diseño de 20 años.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, se considera para el presente proyecto un periodo de diseño de 20 años contados a partir del año 2008, incluido la puesta en marcha de la obra, lo cual se justifica por las siguientes razones:

- Su condición de Centro Poblado delimitado.
- Por considerar la vida útil de los materiales dentro del periodo adoptado.

### 3.1.1 Determinación del tiempo de diseño.

Un sistema de abastecimiento de agua se proyecta de modo de atender las necesidades de una comunidad durante un determinado periodo. En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable.

Por lo tanto el periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100%, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la resistencia física de las instalaciones.

El tiempo de diseño se determinara para un periodo de diseño de 20 años,

### 3.1.2 Factores que varían en el periodo de diseño.

Los principales factores que afectan el consumo de agua son:

#### **Tipos de Consumo:**

**a).- Consumo Domestico.-** Constituido por el consumo familiar de agua de bebida, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza, riego de jardín, lavado de carro y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias. Representa el uso predominante en el diseño.

**b).- Industrial y/o Comercial.-** Puede ser un gasto significativo en casos en donde las áreas a desarrollar tengan una vinculación industrial o comercial. En tal caso, las cifras de consumo deben basarse en el tipo de industria y comercio, más que en estimaciones referidas a áreas o consumos per-capita.

Cuando el comercio o industria constituye una situación normal, tales como pequeños comercios o industrias, hoteles, estaciones de gasolina, etc.,. Ello puede ser incluido y estimado dentro de los consumos per capita adoptados, y diseñar en base a esos parámetros.

**c).- Consumo Público.-** Esta constituido por el agua, destinada a riego de zonas verdes, parques y jardines públicos. Así como a la limpieza de calles.

**d).- Consumo por pérdida de la red.-** Es motivado por juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas y puede llegar a representar de un 10% - 15% del consumo total.

**e).- Consumo por incendio.-** En términos generales, puede decirse que un sistema de abastecimiento de agua representa el más valioso medio para combatir incendios, y que en el diseño de alguno de sus componentes este factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia relativa en el conjunto y de lo que esto puede significar para el conglomerado que sirve.

#### **Factores Económicos Sociales:**

Las características economico-sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda.

#### **Factores Meteorológicos:**

Generalmente los consumos de agua de una región varían a lo largo del año de acuerdo a la temperatura ambiental y a la distribución de las lluvias. Este mismo hecho puede establecerse por comparación para varias regiones con diferentes

condiciones ambientales, de tal forma que la temperatura ambiente de la zona define en cierto modo, los consumos correspondientes a higiene personal de la población que influenciaran los consumos per-capita.

### **3.1.3 Periodo de diseño para el centro poblado Cruz de Médano.**

El periodo de diseño para el centro poblado de cruz de médano será de 20 años, se proyectara de modo de atender las necesidades de una comunidad durante un determinado periodo. En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable.

Por tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100% ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la resistencia física de las instalaciones.

#### **Durabilidad o vida útil de las instalaciones:**

Dependerá de la resistencia física del material a factores por desgaste u obsolescencia. Todo material se deteriora con el uso y con el tiempo, pero su resistencia a los esfuerzos y daños a los cuales estará sometido es variable, dependiendo de las características del material empleado.

#### **Facilidad de construcción y posibilidades de ampliaciones o sustituciones:**

La fijación de un periodo de diseño esta íntimamente ligado a factores económicos. Por ello, al analizar uno cualquiera de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua. La asignación de un periodo de diseño ajustado a criterios económicos; estará regido por la dificultad o facilidad de su

construcción (costos) que inducirá a mayores o menores periodos de inversiones nuevas, para atender las demandas que el crecimiento poblacional obliga.

### **Tendencias de crecimiento de la población:**

El crecimiento poblacional es función de factores económicos, sociales y de desarrollo industrial.

Un sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de propiciar y estimular ese desarrollo, no de frenarlo, pero el acueducto es un servicio cuyos costos deben ser retribuidos por los beneficiarios, pudiendo resultar en costos muy elevados si se toman periodos muy largos para ciudades con desarrollos muy violentos, con lo cual podría proporcionarse una quiebra administrativa.

Esto nos induce a señalar que de acuerdo a las tendencias de crecimiento de la población es conveniente elegir periodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa.

### **Posibilidades de Financiamiento y Rata de interés:**

Las razones de durabilidad y resistencia al desgaste físico es indudable que representan un factor importante para el mejor diseño, pero adicionalmente habrá que hacer esas estimaciones de interés y de costo capitalizado para que puedan aprovecharse mas útilmente en la inversión hecha. Esto implica el conocimiento del crecimiento poblacional y la fijación de una capacidad de servicio del acueducto para diversos años futuros, con lo cual se podría obtener un periodo optimo de diseño.

### **3.1.4 Métodos de estudio de población.**

Existen varios métodos de estudio de una población como son el método aritmético, el método geométrico, el método de incremento de variables, el método de la parábola de segundo grado, el método racional, etc., los cuales son usados para diferentes casos, tales como cuando la población se encuentra en franco crecimiento, en periodo de saturación, en periodos de asentamientos, etc., y sobre todo usando como base de información a datos de censos antiguos, pero en nuestro caso, dado a que la población es joven y no tiene datos antiguos, mas que el censo de 2005, y teniendo el área definida, entonces se uso el método geométrico, donde calculamos la población de acuerdo a una población inicial y la tasa de crecimiento.

### **3.1.5 Cálculo del número de muestra.**

Se realizo un censo en toda la población para tener valores adecuados para la toma de resultados que se asemejen a la realidad puesto que el C.P. Cruz de Médano solo cuenta con un dato del censo del 2005, lo cual se necesitaba otro dato para la el análisis y el uso de métodos, de los cuales los resultados ya han sido mencionados anteriormente.

### **3.1.6 Resultados de La Muestra.**

- El común denominador, de la mayorías de viviendas, es que desinfectan el agua para el consumo, echando 3 gotitas de lejía en un balde de 20 litros, así como el uso de pastillas para colocar dentro de los pozos, brindada por el personal de Salud. Muchas viviendas usan varias maneras de desinfectar el agua.

- Sin ninguna medida, dejan transcurrir el desagüe procedente del inodoro (aguas negras) hacia la calle, convirtiéndose en un foco infeccioso de enfermedades.
- Algunas zonas, especialmente las que se encuentran en la parte baja, el agua que se extrae del subsuelo, no es muy buena, pues emana malos olores y en algunos casos presenta una coloración a veces oscura y otras brillosas. Esta agua lo utilizan para la limpieza del hogar o para baldear el baño, mas no para el consumo.
- Dentro de las enfermedades respiratorias, la que más predomina es la de los bronquios, así mismo nos damos cuenta que la presencia de mosquitos contribuye a que el número de enfermos de dengue y malaria, sea alto.

### **3.2 Población de Diseño.**

Un sistema de abastecimiento de agua es el conjunto de estructuras, encargada de suministrar el líquido elemento a una población, respetando los criterios de diseño necesarios.

Es importante tener conocimiento de los diferentes factores que influyen en su diseño como el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y también desde el punto de vista funcional.

Los parámetros son:

- Período de diseño.
- Población.
- Dotación.

La Población de Diseño al 2027 será de 6576 hab.

Cuadro N°11: ESTADISTICA POBLACIONAL Y DE VIVIENDA DEL  
CENTRO POBLADO “CRUZ DE MEDANO”  
DEL 15, 17, 18, 19, Y 20 DE SETIEMBRE 2007  
EQUIPO TECNICO

NUMERO	DENOMINACION	NUMERO DE	
		HABITANTES	CASA
01	Casco Urbano Cruz del Médano	2,650	445
02	Anexo San Miguel	553	94
03	Anexo Santa Elena	138	24
04	Anexo Los Barrios	142	18
05	Anexo Los Sánchez	94	13
06	Anexo Santa Rosa	187	27
07	Anexo El Porvenir	97	16
	TOTAL	3,861	636

*Fuente: Recursos Propios*

### 3.2.1 Generalidades.

### 3.2.2 Métodos analíticos para la determinación de la población de Diseño.

Corresponde a determinar el número de habitantes que tendrá acceso al servicio directo de agua potable, constituyendo el parámetro básico para el diseño del sistema

Los cálculos de proyección de población deben adaptarse a la tendencia de crecimiento en el pasado y a las perspectivas de desarrollo de la comunidad, de acuerdo con los recursos naturales disponibles en el área, cuidando de no sobrestimar esas posibilidades con riesgo de sobredimensionar el sistema o viceversa.

Deberá analizarse cual de las tendencias siguientes se adapta mejor a las características de la localidad:

- Método de Interés Simple
- Método Aritmético
- Método Geométrico

En las ciudades de mediana y alta magnitud, resulta conveniente identificar áreas específicas con características singulares de ocupación, con el objeto de fijar la población servida en las diferentes etapas y singularizar las demandas parciales de cada zona. Esta discriminación permitirá una distribución de caudales en la red, más acordes a la realidad.

### 3.2.2.1 Método de Interés Simple.

Para el Método de Interés Simple utilizaremos la siguiente formula:

$$P = P_o [ 1 + r (t_f - t_o ) ]$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i (t_{i+1} - t_i)}$$

Donde:

P = Población a Calcular

P<sub>o</sub> = Población Inicial

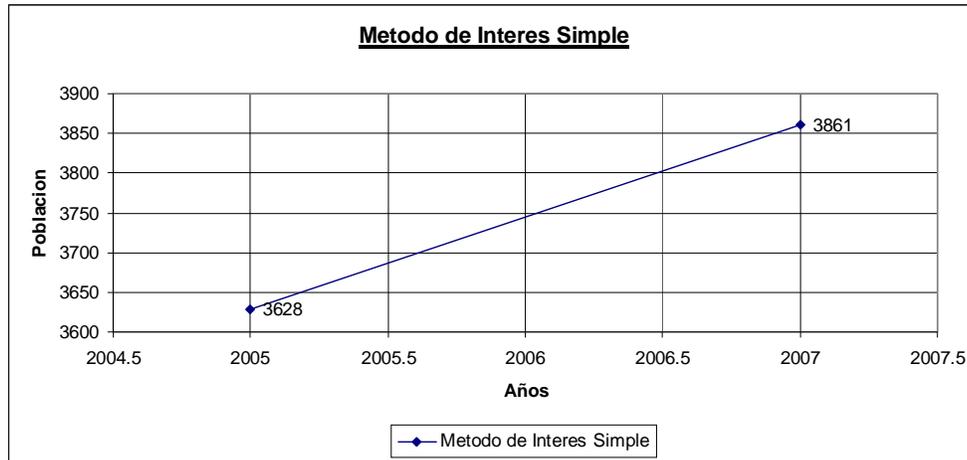
r = Razón de Crecimiento

t<sub>f</sub> = tiempo en que se calcula la población

t<sub>o</sub> = tiempo inicial

Año	Población	ri	Tasa Promedio de Crecimiento
2005	3628	0.0321	0.032
2007	3861		

$$Pf_{2027} = 6,340.64 \text{ hab}$$



### 3.2.2.2 Método Aritmético.

Este método da valores bajos, para poblaciones que están muy cerca al límite de saturación, porque se trata de que la población crezca como un capital de interés simple.

$$Pf = Po + rt$$

$$r = \frac{Pf - Po}{t}$$

Donde:

Pf = Población Futura

Po = Población Inicial

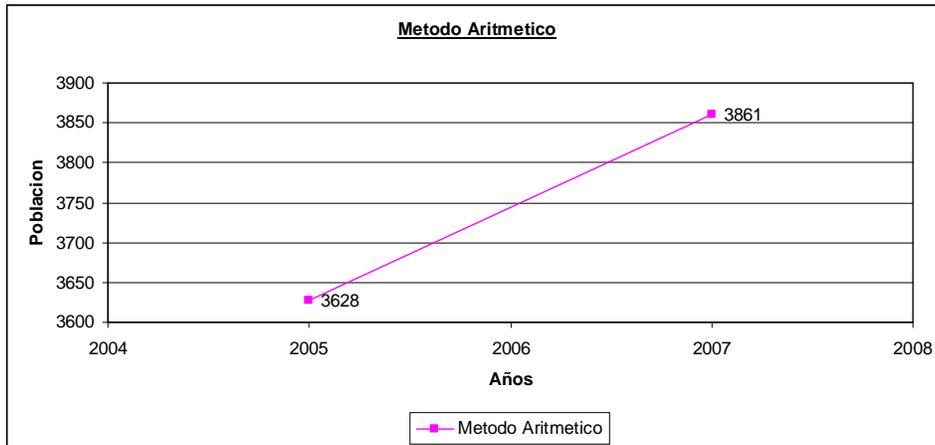
r = Razón de Crecimiento

t = tiempo comprendido entre tf y to

### Método Aritmético

Año	Población	ri	Tasa Promedio de Crecimiento
2005	3628	116.5	116.5
2007	3861		

$$Pf_{2027} = 6,191.00 \text{ hab}$$



### 3.2.2.2 Método Geométrico.

Para el Método Geométrico utilizaremos la siguiente Formula:

$$P = P_0 r^{(t_f - t_0)}$$

$$r = \left( \frac{P_{i+1}}{P_i} \right)^{1/(t_{i+1} - t_i)}$$

Donde:

P = Población a Calcular

P<sub>0</sub> = Población Inicial

r = Razón de Crecimiento

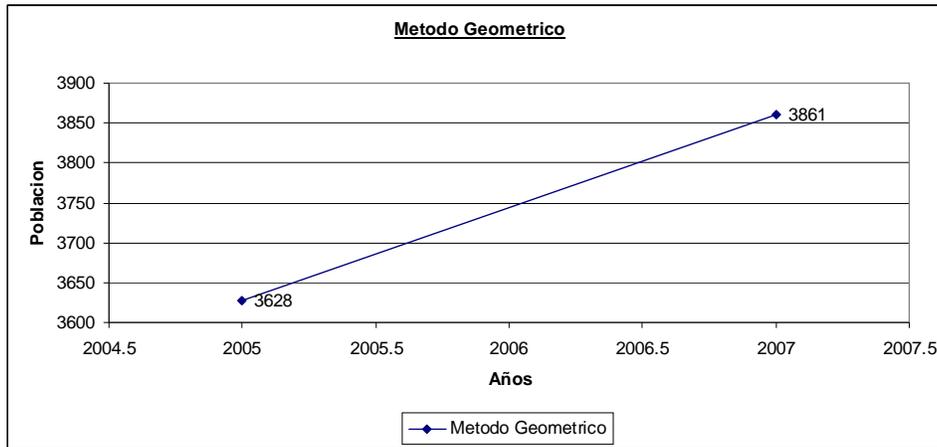
t<sub>f</sub> = tiempo en que se calcula la población

t<sub>0</sub> = tiempo inicial

### Método Geométrico

Año	Población	ri	Tasa Promedio de Crecimiento
2005	3628	1.0316	1.031611706
2007	3861		

$$Pf_{2027} = 7,194.90 \text{ hab}$$



### 3.2.3 Población de diseño a usar.

La determinación del método representante para el cálculo de la población de diseño se determinaría mediante el promedio de los resultados obtenidos por los 3 métodos, llámese el método de interés simple, método aritmético y el método de geométrico.



Poblacion Promedio al 2027 = 6,576 hab.
---

## CAPITULO IV: DISEÑO DE AGUA POTABLE

### 4.1 Dotaciones.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones en el Título de Obras de Saneamiento y según la entidad prestadora de servicios de saneamiento de Lambayeque EPSEL S.A. nos han mostrado las siguientes dotaciones:

**Cuadro N° 12: Cuadro de Dotaciones**

<b>Habilitación</b>	<b>Dotación</b>
Área de 90 m <sup>2</sup> o menos de área de lote, en clima frío	120 lit/hab/día
Área de 90 m <sup>2</sup> o menos de área de lote, en clima templado y cálido	150 lit/hab/día

Fuente: Epsel S.A.

La Dotación Diaria por habitante, según el R.N.E. varía generalmente de acuerdo al número de habitantes de una localidad, al tipo de uso destinado y a las características de su clima por lo cual tenemos que hacer referencia de cada uno de ellos:

**Consumo Doméstico.**-Constituido por el consumo familiar de agua y que incluye las bebidas, lavado de ropa, baño y aseo personal, cocina, limpieza y adecuado funcionamiento de las instalaciones sanitarias, el cual representa generalmente el consumo predominante en el diseño. Para este proyecto consideramos un consumo de 60 lit/hab/día, de acuerdo al estudio social de los habitantes, el cual está distribuido de la siguiente manera:

**Cuadro N° 13: Consumo Domestico**

CLASE DE CONSUMO	LT/HAB/DIA
Bebida	03
Uso cocina	10
Lavado de ropa	15
Limpieza de baño	04
Higiene personal	20
Limpieza del hogar	08
<b>Dotación del Consumo Domestico</b>	<b>60</b>

Fuente: Epsel S.A.

**Uso Comercial.**-En el Centro Poblado Cruz de Médano se considera una zona comercial de nivel medio dedicado al comercio de mercancías secas en bodegas por lo que el consumo diario de agua se puede considerar en 15 lt/hab/día.

**Consumo Industrial.**- En la zona de estudio, observamos que no existe ninguna industria, por lo que no se ha considerado dotación para uso industrial.

**Consumo Público.**- Se tomará en cuenta a los locales públicos, como locales educacionales, parques y jardines. Adoptaremos una dotación para escuelas de 15l/hab/día

Áreas verdes y recreación pública: Constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes, parques y jardines, así como a la limpieza de calles. Adoptaremos una dotación de 10 l/hab/día

Consumo por pérdida en la red: Es el consumo de agua debido a fallas en la red, como son las juntas en mal estado, válvulas y conexiones defectuosas, los cuales propician fugas y desperdicios. Para un sistema de distribución considerado dentro de un funcionamiento óptimo, se estima una pérdida de 10 l/hab/día.

Resumiendo, para la dotación tenemos:

<b>Consumo</b>	<b>L/H/D</b>
<b>Dotación</b>	<b>150.00</b>

Fuente: Epsel S.A.

#### **4.1.1 Generalidades.**

##### **4.1.1.1 Factores que afectan al consumo.**

Podemos indicar lo siguiente:

##### **Consumo Domestico:**

Es la cantidad de agua que necesita cada persona para satisfacer sus necesidades como, bebida, lavado de ropa, baño, aseo personal, cocina, riego de jardín, etc.

##### **Comercial:**

El gasto significativo, en el caso en que la zona a desarrollarse tenga una vinculación industrial o comercial, el consumo debe basarse en el tipo de industria y comercio a desarrollarse.

Cuando el comercio o industria constituye una situación normal, tales como pequeños establecimientos comerciales o industriales, puedes ser incluida dentro de la dotación adoptada.

### **Consumo Público:**

Es la cantidad de agua que se consume en los jardines públicos, zonas verdes, parques, municipalidades, comisarías, escuelas, mercados, etc.

#### **4.1.1.2 Formas de uso del agua.**

La comunidad esta constituida por sectores residencial, comercial y recreacional, siendo el porcentaje variable para cada caso, lo cual permite fijar el consumo de agua y orientar así las estimaciones:

Se ha elegido un consumo residencial.

<b>Horas</b>	<b>F.V.C.</b>
0	0.2
1	0.08
2	0.02
3	0.03
4	0.06
5	0.13
6	0.34
7	0.9
8	1.68
9	1.35
10	0.67
11	0.56
12	1.8
13	2.58
14	3.59
15	2.81
16	1.24
17	0.79
18	0.9
19	1.01
20	1.12
21	1.01
22	0.79
23	0.34

Fuente: Epsel S.A.

Donde: F.V.C : Factor de Variación de Consumo

## **4.2 Capacidad del sistema.**

### **4.2.1 Variaciones de consumo.**

El uso del agua no es uniforme, presentándose variaciones diarias, mensuales o estacionales, de acuerdo con la magnitud de la población, el equipamiento urbano, la actividad básica de sus pobladores y las condiciones climáticas del área. Para el dimensionamiento de sistemas de Agua Potable, se utilizan parámetros de variación diaria y horaria, considerándose además el valor mínimo probable de consumo, con el objeto de verificar las características de funcionamiento del sistema.

De conformidad a las normas y requisitos para los proyectos de agua potable y alcantarillado destinado a localidades urbanas dice: En los abastecimientos por conexiones domiciliarias los coeficientes de las variaciones de consumo referidos al promedio diario anual de la demanda deberán ser fijados sobre la base del análisis de información de estadísticas comprobada.

### **4.2.2 Coeficiente de variación diaria.**

Corresponde al consumo en el día de mayor incidencia, el cual puede ser el más caluroso o la mayor actividad local en el año, se le denomina consumo máximo diario y el rango de variación depende principalmente de las condiciones climáticas de la zona y de actividades o acontecimientos específicos.

El valor del coeficiente de variación diaria puede fluctuar entre 1.2 y 2.5, adoptándose para nuestro medio el 130% de la demanda promedio anual.

Máximo anual de la demanda diario.  $K1 = 1.3$

#### 4.2.3 Coeficiente de variación horaria.

Se refiere a la variación de consumos durante el día, la cual se representa con grandes fluctuaciones dependiendo de la actividad de sus pobladores, de la magnitud de la localidad y el conjunto de sus recursos productivos.

Dependiendo de las actividades básicas de la ciudad, el máximo valor puede producirse en las primeras horas de la mañana, al mediodía o en las primeras horas de la noche. Se le denomina Consumo máximo horario y su valor puede fluctuar entre 1.8 y 5.0 veces la demanda promedio anual, donde los valores mayores corresponden a pequeños centros poblados donde los hábitos del uso del agua son uniformes para todos los pobladores (Ej., Todos inician su jornada de trabajo a la misma hora y regresan a su casa al mismo tiempo para tomar sus alimentos), los valores menores se presentan en grandes ciudades con actividades múltiples, donde el uso del agua durante el día puede uniformizarse hasta valores cercanos a la demanda del día máximo.

En nuestro medio se utilizan valores entre 1.5 y 2.5 veces la demanda media;

- Máximo Caudal de la demanda horaria:  $K_2 = 180\%$

$$K_2 = 1.8$$

#### 4.2.4 Determinación de los caudales de diseño.

- **Caudal Promedio Diario (Qp)**

Se calculara el caudal promedio con:

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86400}$$

Reemplazando Valores:

$$Q_p = \frac{6576 \times 150}{86400} = 11.42 \text{ l/s}$$

$$Q_p = 11.42 \text{ l/s}$$

- **Caudal Máximo Diario (Q<sub>md</sub>)**

Se calculara con la siguiente formula:

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 11.42 = 14.84 \text{ l/s}$$

$$Q_{md} = 14.84 \text{ l/s}$$

- **Caudal Máximo Horario (Q<sub>mh</sub>)**

Se calculara con la siguiente formula:

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

$$Q_{mh} = 1.8 \times 11.42 = 20.55 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 20.55 \text{ l/s}$$

### 4.3 Ingeniería de Pozos.

#### 4.3.1 Diseño Hidráulico.

El diseño hidráulico de los pozos, se hará en función de un caudal estimado de producción (Q) y el abatimiento que producirá, cuando sea sometido a explotación. Los factores de diseño dependen de las características del medio poroso y de la realización técnica de la obra, por lo cual se esta considerando que las perdidas de carga, debido al sistema de captación, sean compatibles con una buena ingeniería de pozos.

El diseño hidráulico del pozo ha consistido en estimar la probable posición del nivel dinámico (ND), cuando este sea sometido a un caudal de l/s y a un régimen de hasta 24 horas/día.

**Ecuaciones:**

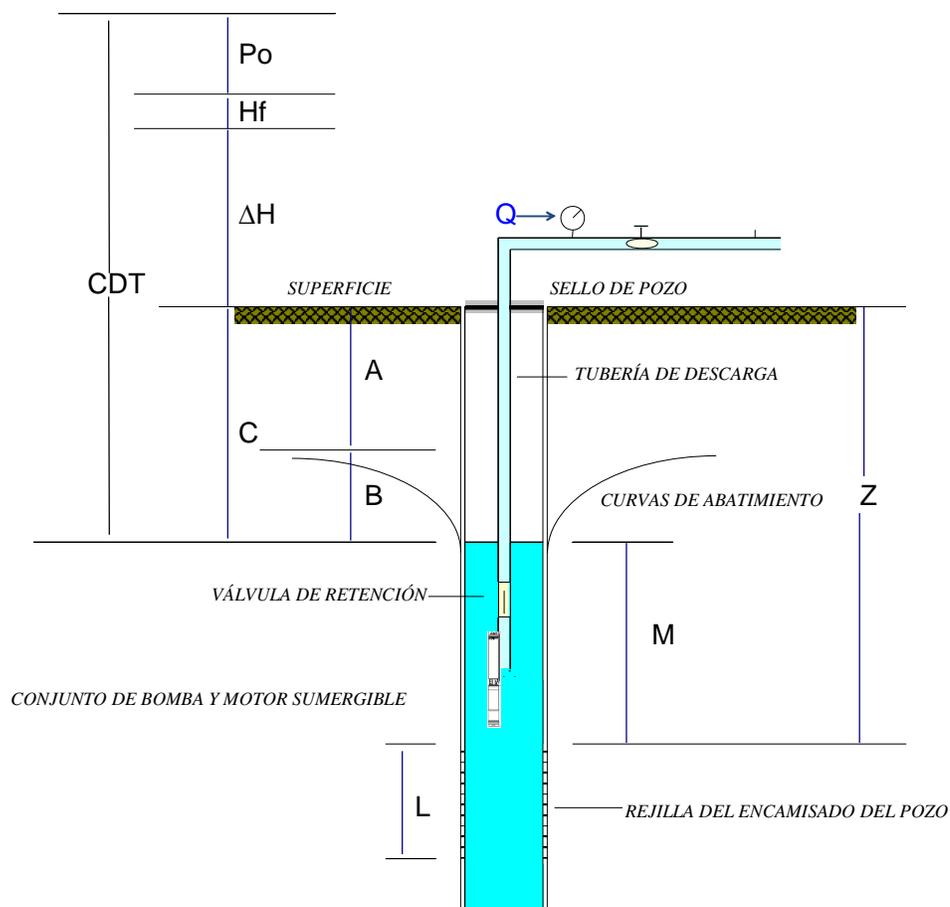
$$f = \frac{2.30}{4 \times \pi \times T} \frac{Q \text{ Log } 2.25 T t}{r^2 \times S}$$

$ND = NE + hT$ $hT = f + per$ $per = BQ^2$
--

Donde:

- ND (m) : Nivel Dinámico
- NE (m) : Nivel Estático
- hT(m) : Abatimiento Total
- f (m) : Abatimiento que se produce en el pozo en función de las Características hidrogeológicas del acuífero.
- per(m) : Abatimiento adicional por efecto de perdidas de carga que se que se producen indefectiblemente en el sistema de captación.
- Q(m<sup>3</sup>/s) : Caudal esperado
- T(m<sup>2</sup>/s) : Transmisividad del acuífero
- t(S) : Tiempo de Bombeo
- rp (m) : Radio efectivo del pozo
- S : Coeficiente de Almacenamiento en decimales
- B (s<sup>2</sup>/m<sup>5</sup>) : Coeficiente de Perdida de carga

$f = 10.28 \text{ m}$
-----------------------



$$A = 2.80\text{m}$$

$$B = 10.28\text{m}$$

$$C = 13.08\text{m}$$

$$Z = 40\text{m}$$

$$M = 26.92\text{m}$$

$$L = 1.10\text{m}$$

$$H_f = 6.01\text{m}$$

$$CDT = 108.51\text{m}$$

#### **4.3.2 Diseño Físico.**

Una vez conocidas las características de los acuíferos y las propiedades que gobiernan su aprovechamiento, queda por determinar cuales serán las formas de diseño de un pozo que permitan su aprovechamiento racional en la forma más ventajosa.

Un pozo eficientemente diseñado debe ser capaz de permitir la utilización de los recursos naturales del acuífero en toda su amplitud. Por ello, un buen diseño de pozos dependerá en gran parte de la cantidad de datos disponibles. En una zona donde se disponga de datos de perforaciones anteriores. Análisis de arena, exámenes de agua, pruebas de bombeo, gastos y radios de influencia, resultara relativamente fácil el diseño.

#### **4.3.3 Cálculo del Sistema de Bombeo.**

En los sistemas de abastecimiento de agua en el C.P. Cruz De Médano se va a requerir el diseño de la estación de bombeo. Lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.

Consideramos como estación de bombeo aquella que toma el agua directamente de la fuente de abastecimiento y la va a elevar hasta el tanque elevado ubicado en la cota 60.00 msnm

##### **4.3.3.1 Selección del Equipo de Bombeo.**

Para este caso se utilizara una bomba sumergible, las cuales son bombas casi exclusivamente en casos profundos y su denominación obedece a que tanto la bomba como el motor se sumergen en la fuente misma.

En el caso de pozos profundos, con niveles de bombeo muy bajos, se dificulta o encarece la utilización de bombas de tipo turbo-bombas. Ello se ve agravado por las desviaciones en la verticalidad de los pozos, lo cual produce doblamiento de los ejes o desgaste acelerado de los mismos.

Datos:

1. Tipo de Bomba: Bomba sumergible
2. Tiempo de Servicio: 18 horas continuas.
3. Caudal: 19.79 lps.

Caudal de bombeo (Qb)	: 19.79 lps
Cota nivel de bombeo (nivel de parada)	: 25 msnm
Cota de llegada al punto de descarga	: 77.5 msnm
Altura Estática (He)	: 102.5 m
Longitud de la tubería (L) PVC	: 777.36 m

**Calculo de la perdida de carga:**

$$hf = \frac{(1741 \times L \times (Q_{imp})^{1.85})}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Perdida de carga por tubería (hft) PVC	:5.01 m
Perdida de carga por tubería (hft)	:5.01 m
Perdida de carga por accesorios (hfa)	:1.00 m
Perdida de Carga Total (hft)	:6.01 m
Altura Dinámica Total (HDT)	:108.51 m

**Potencia de Consumo:**

Potencia Teórica de la Bomba	: 48.11 hp
------------------------------	------------

Con el caudal de bombeo  $Q = 19.79\text{ lps}$  y la altura dinámica total  $H = 108.51\text{ m}$ .  
Recurrimos a Hidrostral para elegir el tipo de bomba a utilizar, siendo esta una Electrobomba sumergible con 2" Succión x 1 1/2" de Descarga con motor de 50HP a 3500 rpm, trifásico, 220 voltios, de 60 Hz.

Del análisis de costos para varias alternativas con diámetros cercanos al calculado con la formula de Bresse (diámetros comerciales) se determina el diámetro correspondiente al menor costo, es decir diámetro económico con lo cual podremos luego construir la curva característica de la red compuesta por la línea de impulsión para luego confrontarla con las curvas características del equipo de bombeo escogido en el desarrollo del análisis de sensibilidad económica para el diámetro económico, y así determinar el punto de operación del sistema (eficiencia > 50%)

#### 4.3.3.2 Calculo del Caudal de Bombeo (Qb)

El caudal de bombeo viene dado la fórmula:

$$Q_b = Q_{md} \times \frac{24 \times 1.3}{a}$$

Donde:

a: N° horas de bombeo

Se tomara en cuenta periodos de bombeo de 18 horas.

Antes de emplear la expresión es necesaria la obtención de las siguientes variables de diseño:

$$Q_p = \frac{P_d \times D_{ot}}{86400}$$

Donde:

Qp: Caudal Promedio

Pd: Población de Diseño

Dot: Dotación de Servicio (150l/s)

$$Q_{md} = Q_p \times K_1$$

$$Q_{md} = 11.42 \text{ l/s.}$$

$$Q_b = 11.42 \times 1.3 \times 24/18 = 19.79 \text{ l/s}$$

Se obtuvieron los siguientes caudales de bombeo (Qb

#### 4.3.3.3 Potencia Consumo.

La energía que requiere la bomba para su normal funcionamiento es conocida como Potencia de Consumo (Pc) y es calculada por la expresión:

$$P.C = \frac{(PE \times Q_{imp} \times H_t)}{75 \times n}$$

Donde:

HDT: Altura Dinámica Total (m) :108.51 m

Qimp: caudal de Bombeo (m3/s) :0.019 m3/s

n: Eficiencia de la bomba (%) :59.5 %

Potencia de Consumo hp :48.11 hp

#### 4.3.3.4 Potencia Instalada

$$PI = 1.15 \times P_c$$

Pot. Instalada :55.3hp

Potencia a instalar :55 hp

#### **4.4 Fuente de Abastecimiento de Agua Potable.**

##### **4.4.1 Descripción de la Fuente de Abastecimiento.**

El agua que se ha podido localizar es de buena calidad sin embargo se necesitan construir un nuevo pozo artesiano, para que su agua pueda ser almacenada en una cisterna especial que cuenta con la altura correspondiente a fin de que esta estructura pueda distribuir a toda la población beneficiaria que suman alrededor de 5000 hab.

La necesidad de contar con agua de buena calidad es de suma importancia porque su distribución permitirá potabilizar a todas las casas del sector rural aprovechando la electrificación existente.

El agua que se ha podido localizar es de buena calidad sin embargo se necesitan construir un pozo artesiano nuevo, para que el agua pueda ser almacenada en un tanque elevado que cuente con la altura correspondiente a fin de que esta estructura pueda distribuir el agua a toda la población beneficiaria.

La necesidad de contar con agua de buena calidad es de suma importancia porque su distribución permitirá potabilizar a todas las casas del sector rural aprovechando la electrificación existente para lo cual se realizó el estudio demarcando la calidad, la ubicación y el aporte que el agua que ha podido localizar tiene una profundidad de 4.50m el espejo de agua, cuya característica técnica señala que el agua es de buena calidad y solo se profundizara hasta 60m si es que el volumen no cubre la necesidad, para lo cual el estudio determina que existe una lamina de 60 metros disponible.

#### 4.4.2 Aforos.

La ficha computarizada que se adiciona al estudio indica como se encuentra el agua subterránea, dicha radiografía indica los datos con precisión el perfil de la existencia de la vetas de agua a 4.50m, el agua localizada es totalmente pura apta para el consumo humano por lo que ya la presencia de vetas finas de agua que atraviesan de este a oeste, las personas quien encarguen la perforación debe conocer con precisión esta ocurrencia a fin de controlar estas venillas que pueden desviar la velocidad de filtración originando grandes cantidades de arena, por lo cual al perforista se recomienda taponear las venillas de agua salada con bentonita eliminando de esta manera el volumen de agua perjudicial que se pudieran encontrar , que por su finura no se puede observar en el plano computarizado que se adiciona al presente estudio. El agua salada por mas fina que sea la veta malogra al agua dulce y por lo tanto este trabajo de cubrir con bentonita a las vetas salinas es muy importante.

#### 4.4.3 Calidad del Agua.

En este punto se dará a conocer los siguientes resultados:

31.-Resultados de los Estudios Hidrogeoquímicos	
C <sub>e</sub> x	: 460 milimhoos
Ph	: 7.01
CO <sub>3</sub>	: 0.10
Hco <sub>3</sub>	: 0.1
CL	: 1.0
C <sub>A</sub>	: 1.2
Mg	: 0.1
NA	: 01
Br	: 1.0
RAS	: Menor de uno

Esto significa que el agua puede ser potabilizada, actualmente el agua es apta para el consumo humano, sin embargo es importante indicar el riesgo que ocurre cuando no se obedece las recomendaciones técnicas sobre todo en estos tipos de aguas que van a ser utilizadas como aguas potables, estas aguas deben cumplir todas las recomendaciones que emanan en beneficio de la potabilización. Para lo cual en el futuro se realizará los estudios bacteriológicos que garanticen la calidad del agua potable que se consumirá.



Ing. Néstor Marchena Álvarez  
C.I.P. 26476  
DNI: 16780528  
RUC: 1016780528

#### 4.5 Reservorio de Almacenamiento.

La capacidad del Reservorio proyectado es de 600m<sup>3</sup>, a continuación se muestra los cálculos efectuados, además es de forma circular, es de concreto armado y se ha provisto de tuberías de aducción, ingreso, limpia y rebose: esta ubicado en la cota 60msnm

##### 4.5.1 Capacidad del reservorio.

**Volumen de Regulación.-** El volumen de regulación debe fijarse de acuerdo al estudio del diagrama de MASA correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación siempre que el rendimiento de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento.

Para el caso del C.P. Cruz de Médano se cuenta en fuente que funcionaran las 24 horas por lo tanto:

$$VR = 33\% (1.3 \times \text{Pob. Diseño} \times \text{Dotación})$$

$$VR = 33\% (1.3 \times \text{Población Diseño} \times \text{Dotación} / 1000) =$$

$$0.33 (1.3 \times 6575 \times 0.15) = 423.10 \text{ m}^3$$

**Volumen de Almacenamiento para la demanda contra incendio (Vi).**-Es conveniente que los sistemas de los abastecimientos de agua potable se diseñen bajo criterios económicos que estén acorde con las características socioeconómicas y climatológicas de la ciudad. Un criterio exagerado para el cálculo de la demanda contra incendio puede influir en mayor costo de almacenamiento y de la capacidad de la red.

El volumen contra incendio, en los casos que se considere demanda contra incendio deberá asignarse un volumen adicional adoptando el siguiente criterio:

$$Vi = 50\text{m}^3$$

**Volumen de Reserva.**- Se aplicara la siguiente formula

$$\text{Volumen Reserva} = 10\% \text{ Vol. Reg.}$$

$$10\% \text{ Volumen de Regulación} = 0.10 \times 423.10 = 42 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total} = \text{Vol Reg} + \text{Vol. Inc.} + \text{Vol. Res.}$$

$$\text{Volumen Total del Reservorio} = 423\text{m}^3 + 50\text{m}^3 + 42\text{m}^3 \approx 600\text{m}^3$$

#### 4.5.2 Ubicación del reservorio.

La ubicación de Tanque elevado, será determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio. Estas presiones en la red están limitadas por normas. Estos rangos que

pueden garantizar para las condiciones más desfavorables una dinámica mínima y máxima. No superior a un determinado valor que varía que haría impracticable su utilización en las instalaciones domiciliarias. Razones económicas y prácticas se ha inducido a establecer rangos de presiones diferentes de acuerdo a las características y necesidades de las localidades

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma OS.030 en el punto 3.2 en el cual indica que la ubicación de los reservorios se debe ubicar en áreas libres.

El reservorio estará ubicado en la cota 60msnm. En la zona mas alta del casco del C.P. Cruz de Médano.

#### 4.5.3 Dimensionamiento del Reservorio

El reservorio proyectado es de forma circular tipo INTZE Se recomienda que las alturas de agua en los reservorios de almacenamiento estarán de acuerdo con el volumen y no deberán ser inferiores a 2.5 m. ni superiores a 8.0 m.

Procederemos a dimensionar los reservorios de la manera siguiente:

- 1) Estimaremos una altura o tirante de agua (h)
- 2) El diámetro (D) se determinara de la siguiente formula

$$V = A \times h$$

Donde:

V= Volumen de almacenamiento (m<sup>3</sup>)

A= Área Circular (m<sup>2</sup>)

h = Altura o tirante máximo de agua (m)

$$A = V/h$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{V}{h}$$

$$D = (4 V / \pi h)^{1/2} \dots\dots\dots (I)$$

Tenemos los siguientes datos:

$$V = 600 \text{ m}^3$$

$$h = 6.00 \text{ m (asumido)}$$

Reemplazando estos valores en ( I ) se obtiene:

$$D = 5.64 \text{ m.} \approx 6.00 \text{ mt}$$

Luego tenemos:

$$h \text{ agua} = 6.00 \text{ m.}$$

$$D = 6.00 \text{ m.}$$

$$\text{Cota de Fondo} = 60.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota de Cupula} = 72.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota de H max agua} = 78.00 \text{ msnm}$$

#### 4.6 Línea de Impulsión

La línea de conducción es de PVC SAP pesado clase A-7.5, conectada en serie de 200mm de diámetro, tiene una longitud total de 777.36 m, conduce agua desde el pozo hasta el Tanque Elevado.

##### 4.6.1 Calculo de la línea de Impulsión

Para determinar el diámetro de la línea de conducción, se aplicara la formula de continuidad, donde:

###### a.- Datos

$$\text{Caudal promedio (Qp)} = 11.42 \text{ lps}$$

Numero de horas de Bombeo (N) :18horas

Caudal de bombeo (Qb) :19.79lps

### b.- Calculo del diámetro de la Línea de Impulsión

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a la formula de

Bréese

$$D = 1.3 \left( \frac{N}{24} \right)^{0.25} \times (\sqrt{Qb})$$

(Diámetro económico)

Diámetro de la tubería de impulsión :0.17 m  $\approx$  6.7 pulg

Diámetro comercial  $\approx$  8.0 pulg.

### c.- Selección del equipo de bombeo

Caudal de bombeo (Qb) :19.79lps

Cota nivel de bombeo (nivel de parada) :25msnm

Cota de llegada al punto de descarga :77.5msnm

Altura Estática (He) :102.5m

Longitud de la tubería (L) PVC :777.36m

### d.- Calculo de la perdida de carga

$$hf = \frac{1741 \times L \times (Q_{imp})^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Material PVC se utilizara un C de 150

Perdida de carga por tubería (hft) PVC :5.01m

Perdida de carga por tubería (hft) :5.01m

$$hfa = 0.20 \times hf1$$

Perdida de carga por accesorios (hfa)	:1.00m
Perdida de Carga Total (hft)	:6.01m

$$\text{HDT} = \text{He} + \text{hft}$$

Altura Dinámica Total (HDT)	:118.01m
Potencia de Consumo	:52.33hp
Potencia a instalar	:55hp

#### 4.7 Línea de aducción.

La línea de aducción, conduce el agua desde el Tanque Elevado ubicado en la cota 60msnm hasta la red matriz de distribución de la ciudad a una cota de 55msnm consta de una longitud de 65.50m. el material usado es de PVC clase A-7.5 de 8"diámetro, en su recorrido se ha proyectado válvula de aire en las zonas muy altas y de purga en los puntos mas bajos.

##### 4.7.1 Diseño de la línea de aducción.

Caudal Máximo Horario:  $Q_{mh} = 20.55 \text{ l/s}$

Asumimos una velocidad de flujo dentro del intervalo normalizado:

$$0.6 \leq V \leq 3.0 \text{ m/s}$$

$$V = 1.5 \text{ m/s}$$

**Mediante la formula de Continuidad:**

$$V = \frac{1.974 \times Q}{D^2}$$

**Donde:**

V: velocidad

Q: Caudal en  $\text{m}^3/\text{s}$

D: Diámetro de la línea en pulgadas

Reemplazando valores:

$$1.5 = \frac{1.974 \times 7.42}{D^2}$$

El diámetro tentativo resulta:  $D = 7.38'' \approx 8''$

Entonces tenemos que tantear con los diámetros comerciales del mercado que cumplan con las condiciones hidráulicas requeridas mediante la fórmula de Hazzen y William:

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

Donde:

Q: Caudal en lps

C: Constante depende del material de la tubería (PVC 150)

D: Diámetro de la tubería en pulgadas

S: Gradiente Hidráulica en m/km

Diámetro pulgadas	Velocidad (m/s)	Gradiente S(m/km)	Longitud de la línea de conducción L (km)	Perdida de Carga por fricción h (m)	Observa
12''	0.568	0.000	0.1	3.99271E-05	
10''	0.817	0.001	0.1	9.69447E-05	
8''	1.277	0.003	0.1	0.000287104	OK !
6''	2.270	0.012	0.1	0.001163936	

Entonces utilizaremos una tubería de 8''

#### **4.8 Red de Distribución.**

Una vez hecho el estudio de campo y definidas tentativamente las estructuras que han de construir el sistema de abastecimiento de agua.

Las cantidades de agua estarán definidas por los consumos estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, lo cual hace pensar en la aplicación de los factores,  $k_2$  y  $k_3$ , para las condiciones de consumo máximo horario y la estimación de la demanda de incendio.

Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda (nuestro reglamento nacional de edificaciones, que indica que la presión no debe ser menor de 10mca ni mayor a 50 mca)

Las redes de distribución estará conformada por tuberías de diámetro 8", 6", 4" y 2" con sus sistemas de válvulas para control y mantenimiento, además se han insertado grifos contra incendio ubicados convenientemente indicando en los planos, la tubería a utilizarse será la de PVC, unión flexible clase A-7.5.

##### **4.8.1 Factores que intervienen.**

##### **4.8.2 Diseño de la red.**

De acuerdo a la topografía, de la viabilidad y de acuerdo a la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque elevado, puede determinarse el tipo de red de distribución.

La red que se diseñara es una red mixta es una red tipo mallado y una red tipo ramificado, en el casco del C.P. Cruz de Médano se diseñara con una red tipo

mallas y los anexos que se encuentran más alejados, se utilizará una red tipo ramificada.

Se colocará en el programa Watercad y Epanet los diámetros de las tuberías, así como las cotas de los nudos, y los caudales de influencia.

#### **4.8.2.1 Ubicación del punto de salida.**

El punto de salida se ubicará, en la cota 55msnm.

#### **4.8.2.2 Análisis del punto de entrada de la red.**

Las redes están constituidas por la matriz de distribución, de las tuberías principales, tuberías secundarias o de relleno y ramales abiertos. Las tuberías principales, constituirían las mallas, cuyos tramos se definirán por los nodos que los comprenden, para ello, se define un nodo en base a lo siguiente.

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque

Tubería	Longitud (m)	Diametro (mm)	Material	Hazen-Williams C	Velocidad (m/s)	Descarga (l/s)	Gradiente Hydraulico aguas arriba (m)	Gradiente Hidraulico aguas Abajo (m)	Perdida Carga (m)	Gradiente (m/km)
T-1	75.5	63	PVC	150	0.94	2.94	55.10	56.19	1.09	14.38
T-5	64	63	PVC	150	0.29	0.91	54.14	54.04	0.1	1.62
T-6	198	63	PVC	150	0.28	0.87	28.85	29.15	0.3	1.49
T-7	174	63	PVC	150	0.96	2.99	33.37	35.95	2.59	14.86
T-8	97.5	63	PVC	150	1.27	3.97	35.95	38.39	2.44	25.05
T-11	71	63	PVC	150	0.12	0.37	41.09	41.07	0.02	0.3
T-12	39.5	63	PVC	150	0.04	0.11	66.95	66.95	0.05	0.03
T-13	19	63	PVC	150	0.27	0.85	66.97	67	0.03	1.44
T-14	64.5	63	PVC	150	1.74	5.43	67.00	64.11	2.89	44.81
T-15	180.5	63	PVC	150	0.25	0.77	41.09	40.87	0.1	1.21
T-16	30.5	63	PVC	150	0.05	0.14	66.95	66.95	0.22	0.05
T-17	43	63	PVC	150	0.06	0.18	66.97	66.97	0.03	0.08
T-18	55	63	PVC	150	0.15	0.46	66.95	66.97	0.03	0.47
T-19	28	63	PVC	150	2.07	6.44	67.00	68.72	1.72	61.43
T-20	50	63	PVC	150	0.95	2.95	68.72	69.44	0.72	14.5
T-21	56	63	PVC	150	1.03	3.23	69.44	70.4	0.96	17.07
T-22	40	63	PVC	150	1.16	3.61	68.72	69.56	0.84	20.97
T-23	37	63	PVC	150	1.21	3.77	69.56	70.4	0.84	22.76
T-24	26.5	63	PVC	150	2.58	8.04	72.86	70.4	2.46	92.69
T-25	225	140	PVC	150	0.9	13.90	64.11	62.93	1.17	5.22
T-26	402.5	63	PVC	150	1.46	4.56	54.14	41.09	13.05	32.42
T-27	67	140	PVC	150	2.1	32.33	62.93	64.61	1.67	24.94
T-28	139	63	PVC	150	2.31	7.19	64.61	54.14	10.47	75.29
T-29	67.5	140	PVC	150	2.95	45.39	62.93	59.78	3.16	46.76
T-30	44.5	63	PVC	150	1.87	5.84	59.78	57.5	2.28	51.29
T-31	121	63	PVC	150	0.81	2.53	57.50	56.18	1.32	10.91
T-32	141	63	PVC	150	0.64	1.98	56.18	55.2	0.98	6.93
T-33	62	63	PVC	150	0.61	1.91	45.94	46.34	0.4	6.48
T-34	61	63	PVC	150	1.14	3.54	46.34	47.57	1.24	20.28
T-35	51.5	63	PVC	150	0.53	1.65	47.57	47.83	0.25	4.93
T-36	65.5	63	PVC	150	0.66	2.05	47.83	48.31	0.48	7.4
T-37	51.5	63	PVC	150	0.49	1.54	48.31	48.09	0.22	4.34
T-38	65	63	PVC	150	0.68	2.13	48.09	47.57	0.52	7.93
T-39	145	63	PVC	150	0.35	1.10	46.34	46	0.34	2.33

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque

T-40	70.5	63	PVC	150	0.77	2.41	46.00	45.3	0.7	9.93
T-41	149.5	63	PVC	150	0.49	1.52	45.30	45.94	0.64	4.26
T-42	82	63	PVC	150	0.33	1.04	48.09	48.26	0.17	2.09
T-43	56.5	63	PVC	150	1.64	5.11	48.26	46	2.26	40.03
T-44	50.5	90	PVC	150	2.19	13.91	48.26	50.54	2.27	45.03
T-45	86	63	PVC	150	1.29	4.03	50.54	48.31	2.22	25.83
T-46	39	90	PVC	150	2.93	18.67	50.54	53.56	3.03	77.6
T-47	53.5	140	PVC	150	1.89	29.10	53.56	54.66	1.1	20.53
T-48	71.5	63	PVC	150	1.09	3.41	45.30	43.95	1.35	18.93
T-49	62.5	63	PVC	150	0.45	1.39	43.95	43.72	0.23	3.61
T-50	166	63	PVC	150	0.34	1.06	43.72	43.36	0.36	2.17
T-51	53.5	63	PVC	150	0.2	0.61	43.36	43.32	0.04	0.78
T-52	53	63	PVC	150	0.16	0.49	43.32	43.29	0.03	0.52
T-53	170.5	63	PVC	150	0.09	0.29	43.29	43.26	0.03	0.19
T-54	23	63	PVC	150	0.06	0.20	43.26	43.26	2.19E-03	0.1
T-55	73	63	PVC	150	0.28	0.86	43.26	43.36	0.11	1.47
T-56	79	63	PVC	150	0.04	0.12	43.36	43.36	3.00E-03	0.04
T-57	49.5	63	PVC	150	0.41	1.28	43.36	43.51	0.15	3.06
T-58	126	63	PVC	150	0.44	1.36	43.95	43.51	0.43	3.43
T-59	58	63	PVC	150	0.14	0.44	43.51	43.54	0.02	0.43
T-60	28.5	63	PVC	150	0.27	0.84	43.26	43.21	0.04	1.42
T-61	57.5	63	PVC	150	1.49	4.65	43.21	45.15	1.93	33.64
T-62	69.5	63	PVC	150	1.78	5.55	45.15	48.39	3.24	46.6
T-63	50	63	PVC	150	0.96	3.00	48.39	47.64	0.75	14.96
T-64	73.5	63	PVC	150	2.43	7.59	47.64	41.52	6.12	83.23
T-65	34.5	63	PVC	150	1.65	5.15	41.63	40.23	1.4	40.55
T-66	35	63	PVC	150	1.04	3.24	40.23	39.62	0.6	17.23
T-67	82.5	63	PVC	150	0.96	3.00	39.62	38.39	1.23	14.9
T-68	34	63	PVC	150	1.67	5.20	38.39	39.8	1.41	41.33
T-69	89	63	PVC	150	0.52	1.63	39.80	40.23	0.43	4.8
T-70	84	63	PVC	150	1.74	5.42	41.63	45.37	3.74	44.57
T-71	84.5	63	PVC	150	1.9	5.92	45.37	49.81	4.44	52.59
T-72	55	63	PVC	150	1.63	5.08	49.81	47.64	2.17	39.53
T-73	67	63	PVC	150	1.29	4.02	41.52	39.8	1.72	25.7
T-74	104.5	63	PVC	150	0.26	0.80	29.01	29.15	0.14	1.3
T-75	93	63	PVC	150	0.18	0.55	23.38	23.44	0.06	0.65
T-76	60.5	63	PVC	150	0.07	0.21	23.44	23.44	0.01	0.11

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano -  
Lambayeque

T-77	48.5	63	PVC	150	0.34	1.07	23.44	23.55	0.11	2.22
T-78	37	63	PVC	150	0.04	0.11	23.55	23.55	1.20E-03	0.03
T-79	258.5	63	PVC	150	0.66	2.04	23.55	25.45	1.89	7.33
T-80	208	63	PVC	150	0.92	2.87	25.45	28.3	2.86	13.74
T-81	377.5	63	PVC	150	0.63	1.96	0.18	2.38	2.56	6.79
T-82	270.5	63	PVC	150	2.35	7.34	2.38	23.54	21.16	78.21
T-83	89.5	63	PVC	150	0.92	2.88	23.54	24.78	1.24	13.86
T-84	33	63	PVC	150	1.05	3.28	24.78	25.36	0.58	17.62
T-85	74.5	63	PVC	150	0.06	0.20	25.36	25.35	0.01	0.1
T-86	48	63	PVC	150	1.59	4.96	23.54	25.35	1.81	37.8
T-87	26.5	63	PVC	150	1.6	5.00	25.35	26.37	1.02	38.38
T-88	40	63	PVC	150	1.82	5.66	26.37	28.3	1.94	48.39
T-89	44	63	PVC	150	1.2	3.73	25.36	26.34	0.98	22.37
T-90	24	63	PVC	150	1.14	3.54	26.34	26.83	0.49	20.32
T-91	79.5	63	PVC	150	0.12	0.38	26.34	26.37	0.03	0.32
T-92	69.5	63	PVC	150	1.16	3.63	28.30	26.83	1.47	21.2
T-93	53.5	63	PVC	150	0.85	2.64	39.02	39.65	0.63	11.8
T-94	138	63	PVC	150	0.2	0.61	39.65	39.75	0.11	0.78
T-95	35.5	63	PVC	150	0.29	0.90	39.75	39.81	0.06	1.6
T-96	55	63	PVC	150	0.33	1.02	39.81	39.92	0.11	2.03
T-97	109	63	PVC	150	0.42	1.32	39.92	40.28	0.36	3.28
T-98	38	63	PVC	150	0.79	2.48	40.04	39.65	0.4	10.45
T-99	38	63	PVC	150	0.71	2.22	39.02	38.69	0.32	8.51
T-100	53.5	63	PVC	150	1.28	3.99	38.69	40.04	1.35	25.27
T-101	82	63	PVC	150	2.08	6.49	40.04	45.15	5.11	62.26
T-102	70.5	63	PVC	150	2.11	6.59	38.69	43.21	4.52	64.15
T-103	85.5	63	PVC	150	0.46	1.43	43.21	43.54	0.32	3.79
T-104	196	63	PVC	150	0.88	2.73	43.54	46	2.46	12.56
T-105	252.5	90	PVC	150	1.09	6.91	48.26	45.15	3.11	12.33
T-106	230.5	90	PVC	150	1.5	9.55	48.39	53.56	5.17	22.45
T-107	139	90	PVC	150	1.81	11.52	49.81	54.22	4.41	31.73
T-108	48.5	63	PVC	150	1.07	3.33	54.22	55.1	0.88	18.09
T-109	23	90	PVC	150	1.37	8.73	54.22	54.66	0.44	18.97
T-110	46.5	140	PVC	150	2.47	37.99	54.66	56.22	1.56	33.63
T-111	43	63	PVC	150	0.21	0.65	56.22	56.19	0.04	0.87
T-112	101	140	PVC	150	2.53	38.94	59.78	56.22	3.56	35.2
T-113	101	63	PVC	150	0.89	2.78	57.50	56.19	1.31	12.97

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano -  
Lambayeque

---

T-114	268.5	63	PVC	150	1.18	3.69	38.39	32.52	5.88	21.89
T-115	151.5	63	PVC	150	0.34	1.07	32.85	32.52	0.33	2.2
T-116	121.5	63	PVC	150	0.49	1.52	32.85	33.37	0.52	4.25
T-117	196.5	63	PVC	150	0.25	0.77	40.04	40.28	0.24	1.2
T-118	81.5	63	PVC	150	0.97	3.03	40.28	41.52	1.24	15.24
T-119	165	63	PVC	150	1.14	3.55	32.52	29.15	3.37	20.41
T-120	242.5	63	PVC	150	1.23	3.82	3.29	2.38	5.67	23.37
T-121	670.5	63	PVC	150	0.64	2.00	3.29	-8.02	4.74	7.07
T-122	217.5	140	PVC	150	2.63	40.55	72.86	64.61	8.25	37.94
T-124	47.5	63	PVC	150	0.33	1.04	55.10	55.2	0.1	2.09

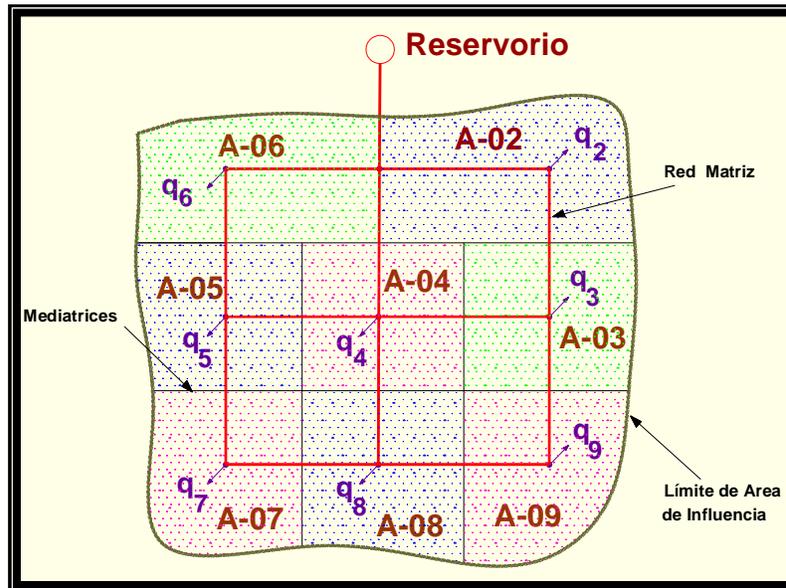
#### 4.8.2.3 Método de Áreas.

Se trata de determinar el gasto o consumo medio para toda la zona a proyectar y las áreas de influencia de cada nodo con su peso respectivo, a fin de definir una demanda unitaria.

Se entiende por peso de un nodo a la rata de ocupación del nodo o desarrollo en el periodo de diseño. Se enumeran los nodos que configuran la malla y se determinan las áreas de influencia de cada uno, trazando las mediatrices de los tramos. Se procura tener áreas de figuras geométricas conocidas o en caso contrario debe disponerse de planímetros para su medición.

Se ha subdividido las áreas de influencia de cada nodo y se ha hecho la operación mediante el programa Autocad

#### Calculo de los caudales de Influencia



$$A_T = \sum A_i$$

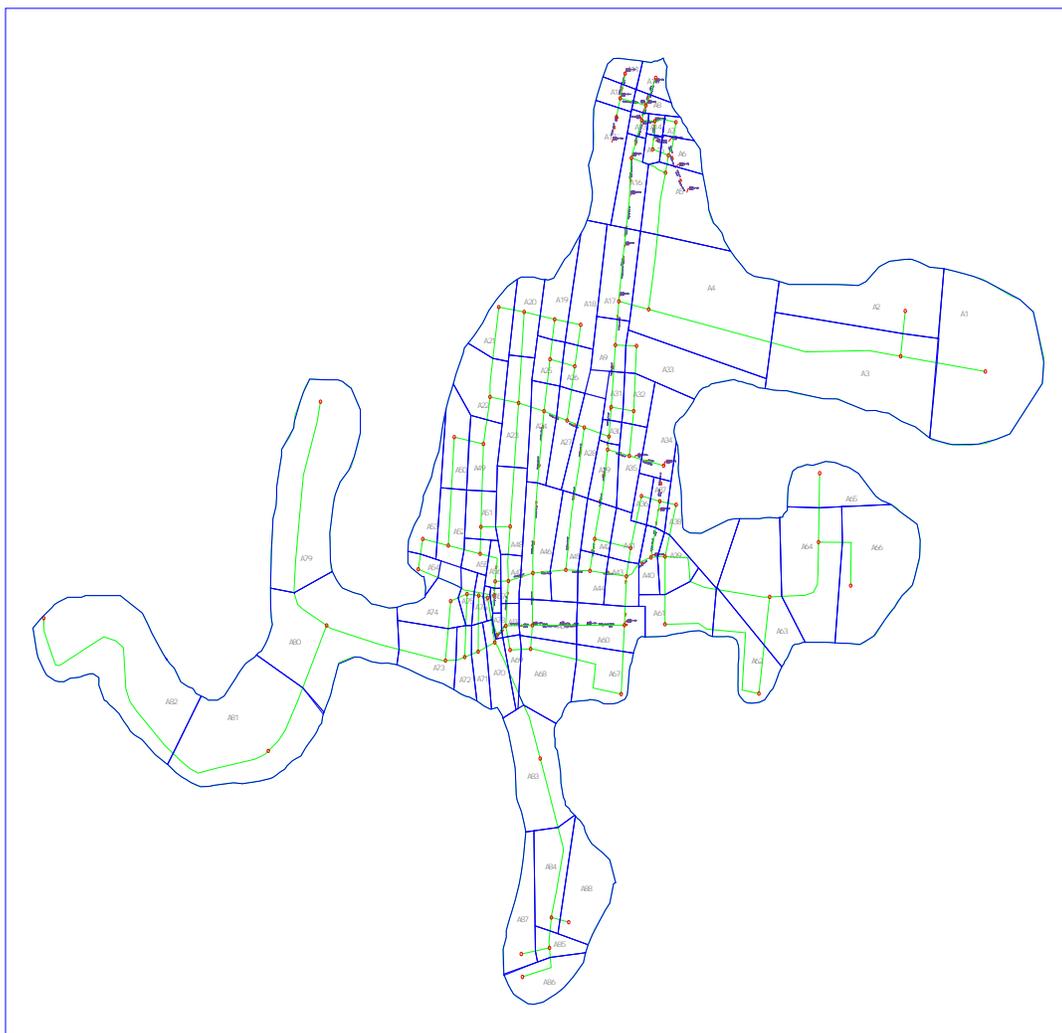
$$Q_D = \sum q_i$$

$$q_i = q_u \times A_i$$

$$q_u = Q_D/A_T$$

$$A_T = 538380.675 \text{ M}^2$$

Se ha dividido en áreas para poder hacer el cálculo respectivo de las caudales de influencia por cada nudo. Luego de esto se pasara el dibujo mediante la extensión \*.dxf



Cuadro de Áreas (Ai) y Caudales Unitarios(qi).

	Área	qi
A1	7216.081	0.358
A2	3402.052	0.169
A3	31917.975	1.584
A4	9594.645	0.476
A5	56.818	0.000
A6	9772.379	0.485
A7	2545.549	0.126
A8	1887.841	0.094
A9	5679.087	0.282
A10	1713.412	0.085
A11	1015.895	0.050
A12	1990.526	0.099
A13	1503.866	0.075
A14	1112.561	0.055
A15	1516.981	0.075
A16	6269.585	0.311
A17	1302.774	0.065
A18	3780.115	0.188
A19	2254.891	0.112
A20	4935.272	0.245
A21	3605.478	0.179
A22	4850.315	0.241
A23	9977.779	0.495
A24	7973.373	0.396
A25	4127.988	0.205
A26	4112.349	0.204
A27	6700.365	0.332
A28	8227.451	0.408
A29	4993.131	0.248
A30	1494.638	0.074
A31	2850.095	0.141
A32	4545.418	0.226
A33	4919.810	0.244
A34	8813.040	0.437
A35	6050.882	0.300
A36	2510.118	0.125
A37	2600.390	0.129
A38	2273.370	0.113
A39	5040.975	0.250
A40	4193.242	0.208
A41	4710.707	0.234
A42	4854.467	0.241
A43	4944.860	0.245
A44	4597.582	0.228
A45	9363.227	0.465
A46	12308.180	0.611
A47	3124.602	0.155
A48	8011.130	0.397
A49	6157.553	0.306
A50	3128.236	0.155
A51	4883.423	0.242

A52	5284.090	0.262
A53	1152.621	0.057
A54	1894.058	0.094
A55	2787.224	0.138
A56	1963.913	0.097
A57	832.702	0.041
A58	1916.727	0.095
A59	7419.430	0.368
A60	8771.722	0.435
A61	9093.855	0.451
A62	4243.367	0.211
A63	11248.880	0.558
A64	17564.867	0.872
A65	7483.944	0.371
A66	8075.321	0.401
A67	2806.258	0.139
A68	4101.693	0.204
A69	3989.692	0.198
A70	3360.874	0.167
A71	2698.176	0.134
A72	2265.855	0.112
A73	4661.390	0.231
A74	3722.404	0.185
A75	2329.190	0.116
A76	1757.140	0.087
A77	750.176	0.037
A78	676.988	0.034
A79	18278.949	0.907
A80	14501.632	0.720
A81	16949.715	0.841
A82	18688.341	0.927
A83	7696.456	0.382
A84	8019.326	0.398
A85	2883.183	0.143
A86	5145.250	0.255
A87	1980.526	0.098
A88	5144.060	0.255
A89	1156.295	0.057
A90	2708.625	0.134
A91	16056.499	0.797
A92	8449.403	0.419
A93	7789.626	0.387
A94	13706.216	0.680
A95	1018.317	0.051

#### 4.8.2.4 Calculo de los diámetros teóricos:

El cálculo de los diámetros teóricos se determinara mediante el caudal que ingresa a cada tubería, mediante la siguiente formula:

$$D_i = 2.26 Q_i^{0.38}$$

Donde:

$D_i$ : Diámetro de la tubería en pulgadas

$Q_i$ : Caudal en l/s

Tuberia	Diametro(mm)
T-1	200
T-2	200
T-3	200
T-4	140
T-5	63
T-6	140
T-7	63
T-8	63
T-9	63
T-10	63
T-11	63
T-12	63
T-13	63
T-14	63
T-15	63
T-16	63
T-17	63
T-18	63
T-19	63
T-20	63
T-21	140
T-22	63
T-23	63
T-24	63
T-25	63
T-26	63
T-27	63
T-28	63
T-29	63
T-30	63
T-31	63
T-32	63
T-33	63
T-34	140
T-35	90
T-36	90

T-37	140
T-38	63
T-39	63
T-40	63
T-41	63
T-42	63
T-43	63
T-44	63
T-45	63
T-46	63
T-47	63
T-48	63
T-49	63
T-50	63
T-51	63
T-52	63
T-53	63
T-54	63
T-55	63
T-56	63
T-57	63
T-58	63
T-59	63
T-60	63
T-61	63
T-62	63
T-63	63
T-64	63
T-65	63
T-66	63
T-67	63
T-68	63
T-69	63
T-70	63
T-71	63
T-72	63
T-73	63
T-74	63
T-75	63
T-76	63
T-77	63
T-78	63
T-79	63
T-80	63
T-81	63
T-82	63
T-83	90
T-84	63
T-85	63
T-86	63
T-87	63
T-88	63
T-89	63
T-90	140

T-91	140
T-92	63
T-93	63
T-94	63
T-95	63
T-96	63
T-97	63
T-98	63
T-99	63
T-100	63
T-101	63
T-102	63
T-103	63
T-104	63
T-105	63
T-106	90
T-107	90
T-108	63
T-109	63
T-110	63
T-111	63
T-112	63
T-113	63
T-114	63
T-115	63
T-116	63
T-117	63
T-118	140
T-119	140
T-120	63
T-121	63
T-122	63
T-123	63
T-124	63
T-125	63
T-126	63

#### **4.9 Software Watercad:**

WaterCAD es un poderoso y fácil de usar programa que ayuda a los ingenieros de diseño y análisis de complejos sistemas de tuberías a presión para abastecimiento de Agua Potable. WaterCAD la potente interfaz gráfica (ambos en Stand-Along y AutoCAD modo) hace que sea fácil establecer rápidamente una compleja red de tuberías, tanques, bombas, y más. Puede utilizar WaterCAD a:

Realizar el estado de los análisis de sistemas de distribución de agua con bombas, tanques, y de control de válvulas.

Realizar simulaciones largo período de tiempo para analizar la respuesta del sistema de tuberías en diversos horarios de la oferta y la demanda.

Realizar simulaciones de la calidad del agua para determinar la fuente de agua y de la edad, o realizar el seguimiento del crecimiento o la decadencia de un producto químico constituyente en toda la red.

Realizar análisis de flujo de incendio en su sistema para determinar cómo se comportará el sistema en condiciones extremas.

En el Escenario hay potentes funciones de mezclar y combinar una variedad de Alternativas en su sistema. Crear varios conjuntos de hidráulica, la propiedad física, operacional, el establecimiento inicial, el fuego de flujo, los costos y la calidad del agua alternativas. Crear y ejecutar cualquier número de escenarios mezclando y emparejando alternativas, y luego ver y comparar los resultados de manera rápida y fácil con WaterCAD escenario de la gestión flexible de la función.

La simulación de trabajo en el software Watercad versión 4.5

**Cuadro de presiones :**

Nudos	Presión m.c.a.
1	30.691
2	28.599
3	29.239
4	27.037
5	18.138
6	18.437
7	22.066
8	21.073
9	28.929

10	24.751
11	19.589
12	19.694
13	20.009
14	20.67
15	18.93
16	19.557
17	19.398
18	25.753
19	24.238
20	24.388
21	25.095
22	27.213
23	26.904
24	27.653
25	25.339
26	26.755
27	28.912
28	29.371
29	29.24
30	29.206
31	29.11
32	28.163
33	26.574
34	26.081
35	28.026
36	28.76
37	27.693
38	26.543
39	28.712
40	28.931
41	29.078
42	29.503
43	29.266
44	29.594
45	29.5
46	29.725
47	30.202
48	29.393
49	28.718
50	29.202
51	29.763
52	29.945
53	29.854
54	30.115
55	29.961
56	30.181
57	30.257
58	30.459
59	30.224
60	29.288
61	29.404
62	30.311

63	30.341
64	30.281
65	30.179
66	30.383
67	29.957
68	30.4
69	30.427
70	30.027
71	30.261
72	30.371
73	30.322
74	30.121
75	30.095
76	30.073
77	29.976
78	30.05
79	29.672
80	29.785
81	28.734
82	32.129
83	29.958
84	27.931
85	28.253
86	30.528
87	30.446
88	23.72
89	29.981
90	30.006
91	22.911
92	21.694
93	28.759
94	29.875
95	29.464

Cuadro de Velocidad de la red Principal:

Tubería	Velocidad (m/s)
T-27	2.1
T-29	2.95
T-107	1.81
T-109	1.37
T-110	2.47
T-112	2.53
T-122	2.63

#### **4.10 Software Epanet:**

EPANET es un programa que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

Efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia del agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

Se ha concebido como una herramienta de investigación para mejorar nuestro conocimiento sobre el avance y destino final de las diversas sustancias transportadas por el agua, mientras ésta discurre por la red de distribución. Entre sus diferentes aplicaciones puede citarse el diseño de programas de muestreo, la calibración de un modelo hidráulico, el análisis del cloro residual, o la evaluación de las dosis totales suministradas a un abonado. Puede resultar también de ayuda para evaluar diferentes estrategias de gestión dirigidas a mejorar la calidad del agua a lo largo del sistema. Entre estas pueden citarse:

- alternar la toma de agua desde diversas fuentes de suministro
- modificar el régimen de bombeo, o de llenado y vaciado de los depósitos
- implantar estaciones de tratamiento secundarias, tales como estaciones de rechloración o depósitos intermedios
- establecer planes de limpieza y reposición de tuberías.

Proporciona un entorno integrado bajo Windows, para la edición de los datos de entrada a la red, la realización de simulaciones hidráulicas y de la calidad del agua, y la visualización de resultados en una amplia variedad de formatos. Entre éstos se incluyen mapas de la red codificados por colores, tablas numéricas, gráficas de evolución y mapas de isolíneas.

Cuadro de Presiones en los nudos:

Nudos	Epanet
1	30.96
2	28.86
3	29.50
4	27.15
5	18.18
6	18.50
7	22.14
8	21.16
9	29.08
10	24.85
11	19.68
12	19.78
13	20.10
14	20.75
15	19.00
16	19.67
17	19.49
18	25.97
19	24.45
20	24.61
21	25.32
22	27.45
23	27.14
24	27.87
25	25.55
26	26.97
27	29.12
28	29.56
29	29.43
30	29.39
31	29.28
32	28.33
33	26.73
34	26.25
35	28.20
36	29.02
37	27.96
38	29.81
39	28.99
40	29.20

41	29.32
42	29.72
43	29.53
44	29.82
45	29.76
46	30.48
47	30.46
48	29.64
49	28.97
50	29.45
51	30.02
52	30.20
53	30.11
54	30.37
55	30.21
56	30.44
57	30.51
58	30.74
59	30.50
60	29.56
61	29.70
62	30.63
63	30.66
64	30.62
65	30.52
66	30.73
67	30.23
68	30.68
69	30.71
70	30.38
71	30.62
72	30.74
73	30.70
74	30.49
75	30.46
76	30.43
77	30.33
78	30.38
79	30.20
80	30.29
81	29.28
82	32.71
83	30.33
84	28.31
85	28.63
86	30.91
87	30.83
88	23.88
89	30.26
90	30.28
91	23.08
92	21.86
93	28.89

94	30.19
95	29.84

Cuadro de Velocidad de la red Principal:

Tubería	Velocidad (m/s)
T-27	2.05
T-29	2.8
T-107	1.75
T-109	1.2
T-110	2.3
T-112	2.46
T-122	2.75

#### 4.11 Diferencia entre los dos software

La Diferencia de estos dos software es muy importante pues nos darán a conocer cuales son los puntos fuertes de cada uno de estos programas para el uso posterior de los mencionados, el cual aportara de una manera mas eficiente en el calculo y en el desarrollo de la tecnología.

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Epanet</b>	Software gratis	La insuficiencia de soporte de software
	chequeo de caudales y velocidades	Ningún Escenario de la gestión
		Editor de texto para la introducción de datos
<b>Watercad</b>	Relativamente baja capacidad de fijación de precios	Mapa capacidades de impresión directamente desde el programa no es tan fuerte como programas basados en Autocad
	Escenario de Gestión	
	"Flex Tables"(Tablas Flexibles) para Entrada/Salida/Manipulación de Datos	
	Fácil de Usar	
	Enlaces a GIS ( Sistemas de Información Geográfica)	
	Diseño de Diámetro de Tubería, Presión, caudales, Velocidad.	

## Vemos que hay diferencia en las presiones

En la hora 0 horas tenemos las siguientes presiones:

Nudos	Presión m.c.a.	
	Epanet	Watercad
1	30.96	30.691
2	28.86	28.599
3	29.50	29.239
4	27.15	27.037
5	18.18	18.138
6	18.50	18.437
7	22.14	22.066
8	21.16	21.073
9	29.08	28.929
10	24.85	24.751
11	19.68	19.589
12	19.78	19.694
13	20.10	20.009
14	20.75	20.67
15	19.00	18.93
16	19.67	19.557
17	19.49	19.398
18	25.97	25.753
19	24.45	24.238
20	24.61	24.388
21	25.32	25.095
22	27.45	27.213
23	27.14	26.904
24	27.87	27.653
25	25.55	25.339
26	26.97	26.755
27	29.12	28.912
28	29.56	29.371
29	29.43	29.24
30	29.39	29.206
31	29.28	29.11
32	28.33	28.163
33	26.73	26.574
34	26.25	26.081
35	28.20	28.026
36	29.02	28.76
37	27.96	27.693
38	29.81	26.543
39	28.99	28.712
40	29.20	28.931
41	29.32	29.078
42	29.72	29.503
43	29.53	29.266
44	29.82	29.594
45	29.76	29.5

46	30.48	29.725
47	30.46	30.202
48	29.64	29.393
49	28.97	28.718
50	29.45	29.202
51	30.02	29.763
52	30.20	29.945
53	30.11	29.854
54	30.37	30.115
55	30.21	29.961
56	30.44	30.181
57	30.51	30.257
58	30.74	30.459
59	30.50	30.224
60	29.56	29.288
61	29.70	29.404
62	30.63	30.311
63	30.66	30.341
64	30.62	30.281
65	30.52	30.179
66	30.73	30.383
67	30.23	29.957
68	30.68	30.4
69	30.71	30.427
70	30.38	30.027
71	30.62	30.261
72	30.74	30.371
73	30.70	30.322
74	30.49	30.121
75	30.46	30.095
76	30.43	30.073
77	30.33	29.976
78	30.38	30.05
79	30.20	29.672
80	30.29	29.785
81	29.28	28.734
82	32.71	32.129
83	30.33	29.958
84	28.31	27.931
85	28.63	28.253
86	30.91	30.528
87	30.83	30.446
88	23.88	23.72
89	30.26	29.981
90	30.28	30.006
91	23.08	22.911
92	21.86	21.694
93	28.89	28.759
94	30.19	29.875
95	29.84	29.464

Cuadro comparativo de velocidades:

Tubería	Velocidad (m/s)	
	Watercad	Epanet
T-27	2.1	2.05
T-29	2.95	2.8
T-107	1.81	1.75
T-109	1.37	1.2
T-110	2.47	2.3
T-112	2.53	2.46
T-122	2.63	2.75

La diferencia de ambos programas es debido a poder elaborar aplicaciones opciones extras en las cuales, van a poder modificar los resultados del programa.

El software Watercad se pudo observar que es mas fácil el ingreso de datos, mediante tablas, sincronización, lo cual dista mucho del software Epanet que es mas trabajoso el poder ingresar los datos, ya que se tiene que ingresar picando cada uno de los nudos, tuberías, tanque, pozo, bomba

Ambos programas me informan en periodos extendidos el cambio que va sufriendo el pozo, tanque elevado y los nudos, las tuberías tiempo de encendido y apagado de la bomba dentro de las 24 horas.

## **CAPITULO V: DISEÑO DE ALCANTARILLADO**

### **5.1 Descripción del Sistema de Alcantarillado.**

Esta formado por una serie de conductos subterráneos cuyo objeto es eliminar por transporte hidráulico las sustancias inconvenientes que deben ser acarreados o conducidos por el agua.

#### **5.1.1 Red de Colectores**

A) Sistema Colector.- El sistema colector esta constituido por tubería de PVC, estos deberán extenderse por toda la ciudad, incluyendo todas las zonas previstas para la expansión urbana.

Se hará uso de diversas tuberías que tienen las siguientes características:

- Colectores Laterales o ramales; son los inicios de un circuito.
- Colectores Sub-Principales; es la unión de dos o más colectores laterales como mínimo.
- Colectores Principales; es la unión de dos o más colectores sub-principales.
- Interceptor; es aquel donde descargan todos los principales.
- Emisor; es aquel que conduce la descarga total hasta la laguna de oxidación.
- Efluente; es aquel que transporta la descarga desde la laguna de oxidación hasta su disposición final.

B) Cámaras de inspección.- Serán de tipo buzón.

- Se instalarán buzones en los encuentros de tuberías, en los cambios de dirección, de diámetro y pendientes.

- La profundidad mínima será de 1.20m. El diámetro interior será de 1.20m. para tuberías de hasta 800mm de diámetro.
- La separación máxima entre buzones será:  
  
Para tuberías de 150mm. : 80m.
- En los buzones de C.P. Cruz de Médano por venia de la entidad prestadora de servicios de saneamiento de Lambayeque EPSEL estarán distanciados a una distancia de 80m.
- En los buzones se aceptará la llegada de tuberías hasta de 1.00m. sobre el fondo, cuando, la diferencia sea mayor se hará uso de dispositivos especiales.
- En los cambios de diámetro, las tuberías de las cámaras de inspección deberán de coincidir en la clave cuando el cambio sea a mayor diámetro.

La red de desagüe estará constituido por tuberías de PVC de uniones flexibles con anillo de jebe y por buzones tipo y por buzones tipo “Standard” del ministerio de vivienda. Las tuberías serán de 8” de diámetro.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, se asume que el 80% del caudal máximo horario como contribución al sistema de Alcantarillado.

### **5.1.2 Factores de Diseño**

La determinación del Período en un proyecto es muy difícil, ya que está en función de muchos factores que determinan las características del proyecto:

### **Factores de Orden Material:**

El periodo de un proyecto, está limitado la vida útil de los materiales que componen la obra, así como el equipo a instalarse, en nuestro caso tuberías de PVC (Policloruro de vinilo) para alcantarillado, que son diseñadas especialmente para ser utilizadas en zonas difíciles, pues las propiedades físicas del material le permiten un mejor desempeño que otros materiales, con una vida útil mayor a 50 años; y las obras de arte como los buzones de mortero armado, con una vida útil de 50 años.

Debido a las características que presentan las tuberías de PVC como la durabilidad, resistencia, rigidez, flexibilidad, con alto índice de absorción de impactos, resistente a los agentes químicos-corrosivos, resistente a la abrasión, resistente a la intemperie y uniones 100% herméticas y muy resistentes, por ello no requieren mantenimiento alguno, pues no se tiene problemas de fugas constantes por las uniones, o fracturas de material que generan costos por reparación de pavimentos, equipos de bombeo y causan grandes pérdidas por desperdicio de agua o contaminación de la misma.

### **Factores de Orden Poblacional:**

Este es uno de los factores más complejos debido a una serie de imprevistos que se presentan durante el crecimiento paulatino de la población, así por ejemplo una fuerte migración interna en un periodo corto de tiempo, traería por tierra cualquier cálculo previsto.

### **Factores de Orden Económico:**

En países como el nuestro, con una economía pobre, lo económico es uno de los factores más importantes en la determinación del periodo de un proyecto. Un

periodo muy corto, tiene costo inicial bajo, pero en corto tiempo estaría en desuso con lo que se tendría que hacer una nueva inversión con todos los problemas que ésta acarrea, sin embargo un periodo muy largo lleva consigo un costo muy elevado lo que haría el proyecto antieconómico.

**Factores de Orden Técnico:**

En poblaciones pequeñas, existen muchos casos en que el cálculo de tuberías y canales, válvulas y accesorios den resultados menores a los mínimos, recomendados por los reglamentos, lo que permite alargar el periodo de diseño del proyecto.

**Financiamiento de la Obra:**

Este tipo de obras, debido al monto de inversión requerida, generalmente su sistema de financiación es por préstamos de las grandes compañías financieras, las cuales ponen un plazo determinado para la amortización del préstamo, determinando así la duración de las etapas o del proyecto del diseño ya que la obra no debe quedar en desuso antes de ser terminada de pagar la inversión.

Los parámetros que deben ser balanceados para la fijación de un periodo de proyecto acorde con la inversión son:

- Costo inicial de la obra.
- Costo de operación y mantenimiento.
- Costo de ampliación y sustitución futura (si es que lo hubiera)
- Gastos administrativos.

Considerando todos estos parámetros se debe escoger un tiempo promedio de vida o también realizar un proyecto por etapas que se pueden realizar dentro de un número determinado de años cuando las condiciones así lo requieren.

Para este proyecto se está considerando que una parte del presupuesto sea financiado por la misma población, con cuotas mensuales de acuerdo a sus posibilidades económicas, a la cual, según la encuesta, ellos estarían de acuerdo a pagar.

#### **5.1.2.1 Gastos de Diseño**

Una estimación del caudal de aguas negras como base para el diseño de la red de colectores cloacales, comprende determinaciones de varios aportes que de la manera más aproximada o exacta posible, debe hacerse a fin de lograr un diseño ajustado a condiciones reales. Con frecuencia se observan colectores trabajando sobrecargados o desbordándose por las bocas de visita, a causa de imprecisión de los cálculos

Para el cálculo del caudal de diseño de desagüe es el 80% del Caudal Máximo Horario y para el cálculo de Lluvia se tomara un 20% del Caudal de Desagüe.

#### **5.1.2.2 Calculo Hidráulico de los colectores**

El cálculo hidráulico de los colectores, se hizo mediante, el programa Sewercad, se coloco las cotas de los buzones, y el caudal de influencia de cada buzón, el programa el cual lo diseñara utilizando el método de Hazen y William.

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque

Tuberia	Longitud (m)	Forma de Seccion	Material	Section Size	Numero de secciones	Aguas Arriba (m)	Aguas Abajo (m)	Pendiente (m/m)	Capacidad Diseño (l/s)	Caudal (l/s)
P-425	80.5	Circular	PVC	100 mm	1	42.424	42.404	0.00025	1.16	0.166
P-426	70.5	Circular	PVC	100 mm	1	45.8	45.224	0.00817	7.61	0.115
P-427	77.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.2	42.659	0.00592	18.59	0.045
P-428	36.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.9	42.717	0.00501	16.99	0.019
P-429	97.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.717	42.229	0.00501	16.98	0.133
P-430	40.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.743	44.443	0.00741	7.22	0.074
P-431	50	Circular	PVC	100 mm	1	44.45	44.2	0.00500	5.84	0.187
P-432	98.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.955	44.45	0.00513	5.92	0.187
P-433	52	Circular	PVC	100 mm	1	46.8	46.412	0.00746	7.25	0.029
T-1	70	Circular	PVC	100 mm	1	55.071	54.371	0.01000	8.49	0.124
T-2	53.5	Circular	PVC	100 mm	1	54.371	53.8	0.01067	8.80	0.068
T-3	46	Circular	PVC	100 mm	1	58.551	56.543	0.04365	18.82	0.059
T-4	42.5	Circular	PVC	100 mm	1	56.543	54.516	0.04769	19.74	0.042
T-5	33.5	Circular	PVC	100 mm	1	54.516	54.347	0.00505	5.87	0.052
T-6	27	Circular	PVC	100 mm	1	54.347	54.211	0.00504	5.86	0.022
T-7	27.5	Circular	PVC	100 mm	1	54.211	53.8	0.01495	10.55	0.025
T-8	69	Circular	PVC	100 mm	1	52.98	52.635	0.00500	5.84	0.096
T-9	49.5	Circular	PVC	100 mm	1	54.55	54.13	0.00849	7.77	0.078
T-10	54	Circular	PVC	100 mm	1	53.836	53.567	0.00498	5.83	0.056
T-11	81	Circular	PVC	150 mm	1	53.567	47.877	0.07025	70.68	0.121
T-12	78.5	Circular	PVC	100 mm	1	53.667	47.877	0.07376	24.98	0.072
T-13	44.5	Circular	PVC	100 mm	1	53.89	53.667	0.00501	5.85	0.078
T-14	83	Circular	PVC	150 mm	1	47.877	46.014	0.02245	38.17	0.119
T-15	66.5	Circular	PVC	150 mm	1	46.014	44.902	0.01672	32.56	0.11
T-16	64.5	Circular	PVC	100 mm	1	46.64	44.902	0.02695	14.50	0.166
T-17	80.5	Circular	PVC	100 mm	1	49.131	46.64	0.03094	15.63	0.244
T-18	56.5	Circular	PVC	100 mm	1	50.695	49.131	0.02768	14.72	0.187
T-19	66.5	Circular	PVC	100 mm	1	51.028	50.695	0.00501	5.85	0.107
T-20	60	Circular	PVC	100 mm	1	48.76	50.695	0.03225	15.98	0.113
T-21	60	Circular	PVC	100 mm	1	46.453	47.721	0.02113	12.72	0.139
T-22	65	Circular	PVC	150 mm	1	44.902	44.439	0.00712	20.54	0.152
T-23	97	Circular	PVC	150 mm	1	44.439	43.956	0.00498	16.93	0.219
T-24	45.5	Circular	PVC	150 mm	1	43.956	43.723	0.00512	17.19	0.071

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano -  
Lambayeque

T-25	20.5	Circular	PVC	150 mm	1	43.723	43.62	0.00502	17.01	0.058
T-26	44.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.795	44.439	0.00800	7.53	0.049
T-31	145.5	Circular	PVC	100 mm	1	49.9	45.8	0.02818	14.86	0.416
T-32	64.5	Circular	PVC	100 mm	1	42.833	42.509	0.00502	5.86	0.118
T-33	34	Circular	PVC	100 mm	1	42.509	42.338	0.00503	5.86	0.045
T-34	60.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.757	42.338	0.02346	13.46	0.076
T-35	47.5	Circular	PVC	100 mm	1	42.338	42.101	0.00499	5.83	0.061
T-36	37.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.826	42.101	0.04600	19.36	0.039
T-37	44.5	Circular	PVC	100 mm	1	42.101	41.878	0.00501	5.85	0.039
T-38	63	Circular	PVC	100 mm	1	41.878	41.564	0.00498	5.83	0.092
T-39	64.5	Circular	PVC	100 mm	1	41.564	41.241	0.00501	5.85	0.097
T-40	63	Circular	PVC	100 mm	1	41.241	40.927	0.00498	5.83	0.1
T-41	83	Circular	PVC	100 mm	1	40.927	40.513	0.00499	5.83	0.109
T-42	83	Circular	PVC	100 mm	1	40.513	40.099	0.00499	5.83	0.148
T-43	64.5	Circular	PVC	100 mm	1	40.099	39.776	0.00501	5.85	0.124
T-44	82	Circular	PVC	100 mm	1	43.019	42.609	0.00500	5.84	0.182
T-45	69	Circular	PVC	100 mm	1	42.609	42.264	0.00500	5.84	0.08
T-46	107	Circular	PVC	100 mm	1	43.225	42.264	0.00898	8.01	0.306
T-47	105	Circular	PVC	100 mm	1	44.053	43.52	0.00508	5.89	0.32
T-48	78.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.765	47.145	0.03032	15.46	0.141
T-49	74.5	Circular	PVC	100 mm	1	47.145	44.537	0.03501	16.71	0.158
T-50	84	Circular	PVC	100 mm	1	44.537	43.721	0.00971	8.36	0.09
T-51	42.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.721	43.466	0.00600	6.45	0.185
T-52	87	Circular	PVC	100 mm	1	40.156	39.721	0.00500	5.84	0.141
T-53	83	Circular	PVC	100 mm	1	43.514	43.1	0.00499	5.83	0.155
T-54	60	Circular	PVC	100 mm	1	43.1	42.686	0.00690	6.95	0.126
T-55	60	Circular	PVC	100 mm	1	42.686	42.386	0.00500	5.84	0.102
T-56	65	Circular	PVC	100 mm	1	42.386	42.061	0.00500	5.84	0.12
T-57	59.5	Circular	PVC	100 mm	1	42.061	41.763	0.00501	5.85	0.109
T-58	69.5	Circular	PVC	100 mm	1	41.763	41.415	0.00501	5.85	0.075
T-59	80	Circular	PVC	150 mm	1	41.415	41.015	0.00500	16.97	0.149
T-60	80	Circular	PVC	150 mm	1	42	41.6	0.00500	16.97	0.186
T-61	85	Circular	PVC	150 mm	1	42	41.575	0.00500	16.97	0.12
T-62	80	Circular	PVC	150 mm	1	42.5	42.1	0.00500	16.97	0.095
T-63	80	Circular	PVC	150 mm	1	42.1	41.7	0.00500	16.97	0.105

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque

T-64	80	Circular	PVC	150 mm	1	41.7	41.3	0.00500	16.97	0.088
T-65	80	Circular	PVC	150 mm	1	41.3	40.9	0.00500	16.97	0.085
T-66	95	Circular	PVC	150 mm	1	41.5	41.025	0.00500	16.97	0.093
T-67	47.5	Circular	PVC	150 mm	1	41.025	40.787	0.00501	16.99	0.056
T-68	80	Circular	PVC	150 mm	1	40.787	40.387	0.00500	16.97	0.086
T-69	27	Circular	PVC	150 mm	1	40.387	40.252	0.00500	16.97	0.021
T-70	64.5	Circular	PVC	150 mm	1	40.252	39.929	0.00501	16.98	0.083
T-71	69	Circular	PVC	150 mm	1	40.5	40.155	0.00500	16.97	0.084
T-72	80	Circular	PVC	150 mm	1	42.1	41.415	0.00856	22.69	0.107
T-73	80	Circular	PVC	150 mm	1	42.5	42.1	0.00500	16.97	0.14
T-74	67.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.5	42.162	0.00501	16.98	0.118
T-75	32	Circular	PVC	150 mm	1	41.448	41.288	0.00500	16.97	0.023
T-76	73	Circular	PVC	150 mm	1	41.813	41.448	0.00500	16.97	0.082
T-77	48.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.056	41.813	0.00501	16.99	0.114
T-78	69.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.404	42.056	0.00501	16.98	0.182
T-79	51	Circular	PVC	150 mm	1	42.659	42.404	0.00500	16.97	0.153
T-80	48.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.897	42.659	0.00491	16.80	0.089
T-81	81	Circular	PVC	150 mm	1	43.305	42.897	0.00504	17.03	0.012
T-82	63	Circular	PVC	150 mm	1	43.62	43.305	0.00500	16.97	0.156
T-83	54	Circular	PVC	150 mm	1	42.832	42.5	0.00615	18.97	0.109
T-84	60	Circular	PVC	150 mm	1	43.132	42.832	0.00500	16.97	0.076
T-85	66	Circular	PVC	150 mm	1	43.467	43.132	0.00508	17.10	0.193
T-86	69	Circular	PVC	150 mm	1	43.827	43.467	0.00522	17.36	0.231
T-87	74.5	Circular	PVC	150 mm	1	44.202	43.827	0.00503	17.03	0.177
T-89	77	Circular	PVC	150 mm	1	42.441	42.056	0.00500	16.97	0.109
T-90	87.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.288	44.474	0.01355	10.01	0.092
T-91	77	Circular	PVC	100 mm	1	44.474	45.604	0.01468	10.45	0.233
T-92	80.5	Circular	PVC	100 mm	1	45.604	46.734	0.01404	10.20	0.245
T-95	94.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.537	40.95	0.01679	32.64	0.019
T-96	80.5	Circular	PVC	150 mm	1	42.5	42.097	0.00501	16.98	0.117
T-97	59	Circular	PVC	150 mm	1	41.95	41.655	0.00500	16.97	0.069
T-98	54	Circular	PVC	100 mm	1	41.892	42.537	0.01194	9.35	0.129
T-99	169	Circular	PVC	100 mm	1	44.5	43.268	0.00729	7.16	0.412
T-100	59.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.8	44.5	0.00504	5.87	0.068
T-101	126	Circular	PVC	100 mm	1	43.807	44.8	0.00788	7.47	0.056

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano -  
Lambayeque

T-102	61	Circular	PVC	100 mm	1	43.807	44.013	0.00338	4.73	0.069
T-103	40.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.483	43.807	0.00800	7.53	0.137
T-104	65.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.268	43.483	0.00328	4.65	0.075
T-105	50	Circular	PVC	100 mm	1	43.587	43.337	0.00500	5.84	0.075
T-106	48	Circular	PVC	100 mm	1	43.337	43.097	0.00500	5.84	0.059
T-107	112	Circular	PVC	100 mm	1	43.097	42.537	0.00500	5.84	0.142
T-108	23.5	Circular	PVC	150 mm	1	43.117	42.999	0.00502	17.01	0.023
T-109	30	Circular	PVC	100 mm	1	43.308	43.117	0.00637	6.66	0.034
T-110	36.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.3	43.117	0.00501	5.85	0.034
T-111	36.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.483	43.3	0.00501	5.85	0.058
T-112	73	Circular	PVC	100 mm	1	44.8	46.152	0.01852	11.85	0.342
T-113	142.5	Circular	PVC	100 mm	1	48.514	46.152	0.01658	11.16	0.288
T-114	49	Circular	PVC	100 mm	1	49.157	48.514	0.01312	9.83	0.353
T-115	140.5	Circular	PVC	100 mm	1	46.458	49.157	0.01921	12.08	0.068
T-116	79	Circular	PVC	100 mm	1	46.458	45.514	0.01195	9.35	0.068
T-117	109	Circular	PVC	100 mm	1	45.514	44.013	0.01377	10.09	0.31
T-118	85.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.013	43.2	0.00951	8.26	0.131
T-119	61.5	Circular	PVC	100 mm	1	46.152	46.458	0.00498	5.83	0.112
T-120	54.5	Circular	PVC	100 mm	1	46.734	46.458	0.00506	5.88	0.075
T-121	50.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.839	44.5	0.01309	9.82	0.062
T-122	38.5	Circular	PVC	150 mm	1	43.535	43.839	0.00790	21.71	0.178
T-123	47.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.107	43.535	0.00901	8.03	0.067
T-124	87.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.5	43.839	0.00755	7.30	0.132
T-126	79.5	Circular	PVC	100 mm	1	46.734	47.5	0.00964	8.32	0.212
T-127	62.5	Circular	PVC	100 mm	1	48.154	48.634	0.00768	7.36	0.201
T-128	65.5	Circular	PVC	100 mm	1	49.157	48.634	0.00799	7.52	0.353
T-129	55.5	Circular	PVC	100 mm	1	48.634	47.9	0.01323	9.88	0.167
T-130	66.5	Circular	PVC	100 mm	1	47	46.412	0.00884	7.95	0.125
T-131	68	Circular	PVC	100 mm	1	42.926	43.535	0.00896	8.00	0.209
T-132	69.5	Circular	PVC	100 mm	1	42.926	42.424	0.00722	7.12	0.209
T-134	77	Circular	PVC	100 mm	1	42.897	43.721	0.01070	8.81	0.089
T-135	62.5	Circular	PVC	150 mm	1	39	39.5	0.00800	21.87	0.129
T-136	86	Circular	PVC	100 mm	1	42.264	41.834	0.00500	5.84	0.214
T-137	91.5	Circular	PVC	100 mm	1	41.834	41.376	0.00501	5.84	0.228
T-138	152	Circular	PVC	100 mm	1	43.121	42.361	0.00500	5.84	0.385

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano -  
Lambayeque

---

T-139	79	Circular	PVC	100 mm	1	41.376	40.981	0.00500	5.84	0.227
T-140	60	Circular	PVC	100 mm	1	40.981	40.681	0.00500	5.84	0.19
T-141	46	Circular	PVC	100 mm	1	40.681	40.451	0.00500	5.84	0.096
T-142	59	Circular	PVC	100 mm	1	40.451	40.156	0.00500	5.84	0.114
T-143	62.5	Circular	PVC	100 mm	1	43.753	43.44	0.00501	5.85	0.114
T-144	60	Circular	PVC	100 mm	1	47.721	48.76	0.01732	11.42	0.141
T-145	75.5	Circular	PVC	100 mm	1	44.694	44.126	0.00752	7.28	0.173
T-146	83	Circular	PVC	100 mm	1	43.688	44.126	0.00528	6.01	0.163
T-147	92	Circular	PVC	100 mm	1	42.8	43.688	0.00965	8.33	0.259
T-148	62	Circular	PVC	100 mm	1	44.126	44.693	0.00915	8.09	0.203
T-149	80	Circular	PVC	100 mm	1	44.693	46	0.01634	11.07	0.255
T-150	80	Circular	PVC	100 mm	1	46	46.453	0.00566	6.25	0.227
T-152	69.5	Circular	PVC	100 mm	1	45.224	44.876	0.00501	5.85	0.074

### 5.1.3 Determinación de Los Caudales de Diseño

Según las normas de diseño vigentes se considera que el 80% del caudal máximo horario es el contribuyente al desagüe o aguas servidas en consecuencia se tiene:

- **Caudal de Desagüe (Qd)**

El cálculo del caudal de desagüe se hará utilizando la siguiente formula:

$$Qd = 80\% \times Qmh$$

$$Qd = 80\% \times 20.55 \text{ lps}$$

$$Qd = 16.44 \text{ lps}$$

- **Caudal de Lluvia (Qll)**

Para determinar el caudal se ha considerado un aporte al sistema de Alcantarillado de un 20% del Caudal de Desagüe ya que esa zona no es muy lluviosa.

$$Qll = 20\% \times Qd$$

$$Qll = 20\% \times 16.44 = 3.288 \text{ lps}$$

$$Qll = 3.288 \text{ lps}$$

- **Caudal de Diseño (Qd)**

El caudal de diseño será la sumatoria del caudal de Desagüe y del caudal de lluvia.

$$Qd = Qd + Qll$$

$$Qd = 16.44 + 3.288 = 19.728 \text{ lps}$$

#### **5.1.4 Tipo de Sistema**

El tipo de sistema se hizo partiendo primero de un punto de descarga, el cual puede ser un cuerpo de agua (previa aprobación), un colector existente o una planta de tratamiento (existente a diseñar) se trata de definir el posible trazado del colector principal siguiendo hacia arriba por las calles de menor pendiente, pero procurando que este cubra todo el área a ser servida. Durante este recorrido podemos visualizar varias tentativas de trazado, seleccionando y realizando los varios esbozos posibles, para tomar el que a la postre resulte mas, conveniente.

En ocasiones podemos configurar sistemas en abanico, cuando las facilidades de concentración a un punto, más que un eje, nos resulte ventajoso para el mejor aprovechamiento de los diámetros mínimos de colectores.

El colector principal debe estar ubicado en una elevación tal que sea capaz de recibir las descargas de todos los colectores secundarios, evitando las excesivas excavaciones.

Generalmente, en la elaboración del trazado de los colectores, un factor determinante para el diseño es la diferencia de elevación entre el punto de descarga y el punto del extremo superior. Es aconsejable para el diseño tener bien definida esta condición antes de proceder a proyectar colectores secundarios y laterales, ya que ello puede evitar el tener que rediseñar totalmente el sistema.

#### **5.1.5 Estación de Bombeo**

De acuerdo a la poca pendiente que existe en el Centro Poblado Cruz de Médano, se ha tenido que contemplar la construcción.

Bajo ciertas condiciones, se hace indispensables diseñar estaciones de bombeo para extraer las aguas servidas de un determinado sector, el cual no puede ser drenado por gravedad. Tratándose de aguas servidas, debe darse consideración

especial a la ubicación, apariencia externa y características de las estaciones y equipos que minimicen los inconvenientes que las aguas negras provocan el sistema.

En situaciones que desde el punto de vista técnico, determinan que sea imprescindible diseñar una estación recolectora , para desde allí bombear las aguas negras a un colector de la red cloacal.

El diseño de la estación de bombeo de aguas negras comprenderá:

- a) Los accesorios o dispositivos necesarios para el acondicionamiento del líquido cloaca previo a su bombeo
- b) Los equipos requeridos (bomba y motores)
- c) El diseño del pozo recolector y los accesorios complementarios
- d) La edificación y su apariencia externa

#### 5.1.5.1 Predimensionamiento de la Cámara de Bombeo

Periodo de Diseño	:	20 años
Población	:	530 hab
Dotación	:	150 lt/hab/día
Factor Contrib. Desagüe	:	80%
Caudal Contrib. Desagüe Domestico (Qpc) Pob x Dot x 0.8/86400	:	0.74 lps
Caudal Contrib. Desagüe Pluvial (asumimos 20%):	:	0.147 lps
Caudal Promedio De Contrib. al Desagüe	:	0.88 lps
Caudal Máximo De Contrib. (Qmax c) 1.8xQpc	:	1.59 lps
Caudal Mínimo De Contrib. (Qminc) 0.5xQpc	:	0.44 lps

Volumen Útil De La Cámara (V):

$$V = t \times Q_{\min.c} \times K \times (K - 1) / (K + 1)$$

Donde :  $K = Q_{\max.c} / Q_{\min.c}$

$$K = 3.6$$

$$a = \text{Pr. Máx./Pr. Mín.} \quad : \quad = 30'/10'$$

$$a = 3$$

· Cálculo Volumen Útil De La Cámara ( V ) :

$$V = t \times Q_{\text{min.c}} \times K \times (K1 - 1) / (K1 + K - 1) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

t: periodo de retención mínimo: 8 minutos

K1: constante a determinar de la ecuación cuadrática

$$K1^2 (K-a) + (a-k2) K1 + K (K-1)(1+a) = 0$$

Condición que debe cumplir :  $(a-K2)^2 > 4(K-a) \times K \times (K-1)(1+a)$

Si cumple la condición anterior, la solución será:

$$K1 = \frac{-b \pm (b^2 - 4ac)^{0.5}}{2a} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Reemplazando valores :  $99.20 > 89.86 \quad \dots\dots\dots (OK)$

Con los valores de  $K = 3.60$ ,  $a = 3$ , se determina los valores de  $K1$ , a partir de la ecuación (2).

Resolviendo:  $K'1 = 10.85$  y  $K''1 = 5.75$

VOLUMEN UTIL ( V ) :

Para :  $K'1 = 10.85, \quad \dots\dots\dots V= 1m^3$   
 $K''1 = 5.75, \quad \dots\dots\dots V= 0m^3$

Por lo tanto, el volumen útil será de  $V = 1.00 m^3$ .

- Calculo Del Caudal De Bombeo (Qb) :

$$Q_b = K_1 \times Q_{\text{mín.c}}$$

$$Q_b = 10.85 \times 0.44 = 4.77 \text{ l/s}$$

$$Q_b = 4.77 \text{ lps} > Q_{\text{máx.c}} = 0.44 \text{ lps} \dots\dots (\text{OK})$$

- Determinación De La Línea De Impulsión Desagüe :

Si:  $Q_b = 4.77 \text{ lps}$ .

$$D = 1.3 \times (N/24)^{1/4} \times (Q_b)^{0.5}$$

$N = 18$  horas bombeo (promedio estimado)

$$D = 1.3 \times (18/24)^{1/4} \times (0.00477)^{0.5} = 0.2949 \text{ mt.}$$

$D = 4''$

Verificación de velocidades:

Para:  $\varnothing 2''$ ,  $V = 2.355396868 \text{ m/s}$

$\varnothing 4''$ ,  $V = 0.588849217 \text{ m/s}$

$\varnothing 6''$ ,  $V = 0.261710763 \text{ m/s}$

- Calculo de la pérdida de carga por fricción utilizando la ecuación de Hazen -

Williams :

$$S = 10.643 \times D^{-4.87} \times C^{-1.85} \times Q^{1.85}$$

$$h_{ff} = S \times L$$

Donde  $L = 926.715 \text{ m}$

$Q_b = 4.77$

$C = 150$

$D =$  Diámetro de la tubería (m)

$\varnothing = 2''$                        $S = 0.102251908$                        $h_{ff} = 94.76 \text{ m}$

$\varnothing = 4''$                        $S = 0.003496676$                        $h_{ff} = 3.24 \text{ m}$

$\varnothing = 6''$                        $S = 0.00048539$                        $h_{ff} = 0.45 \text{ m}$

- Calculo de la pérdida de carga localizada (Azevedo Neto):

$$L/D > 4000 \quad h_{fl} = 0$$

$$L/D < 4000 \quad h_{fl} = KV^2 / 2g$$

$$\varnothing = 2'' \quad L/D \rightarrow 926.715 / 0.0508 > 4000 \rightarrow h_{fl} = 0$$

$$\varnothing = 4'' \quad L/D \rightarrow 926.715 / 0.1016 > 4000 \rightarrow h_{fl} = 0$$

$$\varnothing = 6'' \quad L/D \rightarrow 926.715 / 0.1524 > 4000 \rightarrow h_{fl} = 0$$

Altura Geométrica:

$$\text{Cota de inicio} = 44.12 \text{ m}$$

$$\text{Cota de llegada} = 51 \text{ m}$$

- Calculo de la altura dinámica total:

$$\text{HDT} = h_g + h_{ff} + h_{fl}$$

$$\varnothing = 2'' \quad \text{HDT} = 6.88 + 94.76 + 0 = 101.64\text{m}$$

$$\varnothing = 4'' \quad \text{HDT} = 6.88 + 3.24 + 0 = 10.12\text{m}$$

$$\varnothing = 6'' \quad \text{HDT} = 6.88 + 0.45 + 0 = 7.33\text{m}$$

Seleccionaremos el  $\varnothing 2''$ , por cumplir con el valor de velocidad dentro del límite permisible.

- Calculo de Potencia de la bomba (Pot B) :

$$\text{Pot B} = \frac{\gamma \times Q \times \text{Hdt}}{75 \times \eta}$$

$\gamma$  = Peso específico del líquido al ser elevado

$\eta$  = eficiencia del sistema de bombeo =  $\eta_{\text{motor}} * \eta_{\text{bomba}} = 80\%$

$$\text{Pot B} = \frac{1.04 \times 4.77 \times 101.64 \text{ Hdt}}{75 \times 0.80}$$

$$\text{Pot Instalada} = 1.05 \times 8.40 = 9.66 \text{ HP}$$

$$\text{Pot Instalada} = 10 \text{ HP.}$$

### **5.1.6 Laguna de Estabilización**

Siendo necesario darle un tratamiento biológico a las aguas servidas para poder bajar su carga orgánica, se ha considerado necesario realizarlo mediante una Laguna de Estabilización, por su fácil operación, bajo costo de construcción y mantenimiento.

La laguna de estabilización será de tipo Facultativo, pues en la capa superficial existe descomposición de la materia orgánica por procesos de fotosíntesis, los sólidos en suspensión y coloides se sedimentan a las capas inferiores donde sufren descomposición en ausencia de oxígeno disuelto, produciendo materias inertes como fosfatos, nitratos, nutrientes orgánicos solubles y  $\text{CO}_2$  que se difunden en el medio líquido para servir de alimento a las algas. La materia orgánica disuelta es descompuesta por microorganismos bacterianos, que se encuentran dispersos en el medio acuático, produciendo sólidos sedimentables. En las capas inferiores de la Laguna descomposición es de tipo anaeróbico con formación de sulfuros y gas sulfhídrico, los cuales son normalmente oxidados a medida que suben a la superficie, por lo que no se llega a producir problemas de malos olores.

Se ha determinado hacer uso de cuatro lagunas en paralelo con la finalidad de que al menos una este operativa en caso que la otra tenga algún tipo de problema o se encuentre realizándosele limpieza. La profundidad efectiva de las lagunas se ha considerado de 1.00m para evitar el crecimiento de plantas en el fondo de la laguna, los sedimentos que se depositan en el fondo no ofrece mayor problema debido a que darán origen a una capa de pocos 100mm de espesor al año.

Debemos tener en cuenta las sugerencias del Ministerio de Salud que nos indica que la laguna de estabilización se debe de encontrar a 400 m de la residencia más próxima, la misma que se ha definido en el lugar que se muestra en el plano respectivo por reunir las condiciones mínimas necesarias.

### 5.1.6.1 Calculo de Laguna de Estabilización

Cuadro N°14

**a) Población de Diseño:**

A	POBLACION FUTURA	Pf	6576	Habitantes
B	DOTACION	D	150.00	L/hab/dia
	VARIACION DIARIA	K1	1.30	
	VARIACION HORARIA	K2	1.80	
	COEF. DESCARGA DE DESAGUE	Cd	0.80	
C	VOLUMEN DE AGUAS SERVIDAS			
	$V = Pf * D * Cd$	V	789.12	m3/dia
D	DBO. 5 dias 20°C = CARGA ORGANICA = C		50.00	gramos/hab.dia
E	TEMPERATURA PROMEDIO DEL MES MAS FRIO	T	25.00	°C
F	CARGA ORGANICA DEL AGUA SERVIDA TOTAL			
	$Co = Pf * C / 1000$	Co	328.80	Kg de DBO5
G	CARGA SUPERFICIAL			
	$Cs = 250 * 1.05^{(T-20)}$	Cs	319.07	Kg DBO/Ha/Dia
H	AREA MINIMA REQUERIDA PARA TIEMPO DE DISEÑO			
	$At = (Co / Cs) * 10000$	At	10,304.94	m2

Cuadro N°15

**b) Diseño Preliminar de Laguna Proyectada a Situación de Tiempo de Servicio**

M	AREA SUPERFICIAL TOTAL DE LA LAGUNA			
	$As =$	As	10304.94	m2
M1	NUMERO DE LAGUNAS FACULTATIVAS	n	4.00	
	AREA SUPERFICIAL DE CADA LAGUNA	As1	2,576.23	m2
M2	RELACION LARGO / ANCHO	l/a	3.00	
M3	LARGO ESPEJO DE AGUA			m
	$L'e = 1.73(As)^{0.5}$	L'e	87.81	m
M4	ANCHO ESPEJO DE AGUA	W'e	29.27	m

M5	LARGO ESPEJO DE AGUA DISEÑADO	L'e	88.00	m
M6	ANCHO ESPEJO DE AGUA DISEÑADO	W'e	30.00	m
M7	AREA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA DISEÑADO			
	$As2 = Le * We$	As2	2640.00	m <sup>2</sup>
M8	PROFUNDIDAD UTIL	h2	1.80	m
M9	TALUD INTERNO	Z	2.50	
M10	LARGO DE FONDO			
	$Lf = Le - 2 * h2 * Z$	L'f	79.00	m
M11	ANCHO DE FONDO			
	$Wf = We - 2 * h2 * Z$	W'f	21.00	m
M12	VOLUMEN DE LA LAGUNA			
	$V12 = 1/2 * (L'e * W'e + L'f * W'f) * h2$	V12	3,869.10	m <sup>3</sup>
M13	VOLUMEN TOTAL DE LAS 4 LAGUNAS	Vt	15,476.40	m <sup>3</sup>

Cuadro N°16

**c) Pérdida por Evaporación**

O1	TASA DE EVAPORACION	ev	0.50	cm/dia
O2	EVAPORACION EN LAGUNA A CONDICION DE DISEÑO			
	$Ev1 = ev * As1 * 12 / 100$	Ev1	158.40	m <sup>3</sup> /dia
O3	EVAPORACION EN LAGUNA PARA SITUACION ACTUAL			
	$Ev2 = ev * As2 * 8 / 100$	Ev2	105.60	m <sup>3</sup> /dia
P	PERIODO DE RETENCION			
P1	PERIODO DE RETENCION EN LAGUNA A CONDICION DE TIEMPO DE DISEÑO			
	$PR1 = V11 / (V1 - Ev1)$	PR1	24.54	días
P2	PERIODO DE RETENCION EN LAGUNA DISEÑADA A CONDICION ACTUAL			
	$PR2 = V12 / (V2 - Ev2)$	PR2	7.91	días

Cuadro N°17

**d) Análisis de la Eficiencia de Remoción de Patógenos en Lagunas Diseñadas a tiempo de Diseño**

Q1	DATOS:			
Q11.	CONCENTRACION DE PATOGENOS EN EL AFLUENTE	No	400000000.00	NMP de Coli/100ml
Q12	CONCENTRACION DE PATOGENOS EN EL EFLUENTE	N		NMP de Coli/100ml
Q13	PERIODO DE RETENCION	R1	24.54	días
Q14	TEMPERATURA MEDIA DE AGUA EN EL MES FRIO	T	25.00	°C
Q15	LARGO DE LA LAGUNA	Le	88.00	m
Q16	ANCHO DE LA LAGUNA	We	30.00	m
Q17	TIRANTE DE AGUA	h1	1.80	m

Cuadro N°18

**e) Cálculos de Parámetros**

R.1.	COEFICIENTE DE DISPERSION $d$			
	$d = 1.158((R1 (We + 2 \cdot h1))^0.489) \cdot We^{1.511} \cdot ((T + 42.5)^{0.734} \cdot (Le \cdot h1)^{1.489})^{-1}$	$d$	0.13	
R.2.	K20 = COEFICIENTE DE MORTALIDAD NETO A 20°C ( Fuente : CEPIS)	K20	1.60	1/día
R.3.	COEFICIENTE DE MORTALIDAD NETO A T°C $Kt = K20 \cdot 1.05^{(T-20)}$ ( Norma S-090)	Kt	2.04	1/día
R.4.	COEFICIENTE $a$ $a = (1 + 4 \cdot Kt \cdot R1 \cdot d)^{0.5}$	$a$	5.14	
R.5.	CONCENTRACION DE PATOGENOS : Efluente N. $N = No \cdot (4ae^{((1-a)/2 \cdot d)} / (1+a)^2)$	N	17.87	NMP Coli/100cc

Cuadro N°19

**f) Análisis de la Eficiencia de Remoción de Patógenos en Lagunas Diseñadas a Condición de Tiempo de Diseño**

S.1.	DATOS:			
S11	CONCENTRACION DE PATOGENOS EN EL AFLUENTE	No	40000000.00	NMP de Coli/100ml
S12	CONCENTRACION DE PATOGENOS EN EL EFLUENTE	N	17.87	NMP de Coli/100ml
S13	PERIODO DE RETENCION	R1	7.91	días
S14	TEMPERATURA MEDIA DE AGUA EN EL MES FRIO	T	25.00	°C
S15	LARGO DE LA LAGUNA	Le	88.00	m
S16	ANCHO DE LA LAGUNA	We	30.00	m
S17	TIRANTE DE AGUA	h1	1.80	m

Cuadro N°20

**g) Calculo de Parámetros**

T.1.	COEFICIENTE DE DISPERSION $d$			
	$d = 1.158((R1 (We + 2 \cdot h1))^0.489) \cdot We^{1.511} \cdot ((T + 42.5)^{0.734} \cdot (Le \cdot h1)^{1.489})^{-1}$	$d$	0.07	
T.2.	K20 = COEFICIENTE DE MORTALIDAD NETO A 20°C ( Fuente : CEPIS)	K20	1.60	1/día
T.3.	COEFICIENTE DE MORTALIDAD NETO A T°C $Kt = K20 \cdot 1.05^{(T-20)}$ ( Norma S-090)	Kt	2.04	1/día
T.4.	COEFICIENTE $a$ $a = (1 + 4 \cdot Kt \cdot R1 \cdot d)^{0.5}$	$a$	2.39	
T.5.	CONCENTRACION DE PATOGENOS : Efluente N. $N = No \cdot (4ae^{((1-a)/2 \cdot d)} / (1+a)^2)$	N	0.001085	NMP Coli/100cc

Cuadro N°21

**h) Determinación del Volumen de Lodo y Periodo de Limpieza en el Periodo de Diseño**

Sólidos en Suspensión ( Norma S-090 )	Ss	90	Gr./hab/dia
Población de diseño	Pd	6,576	Hab.
Sólidos en Suspensión Total	St	591.84	Kg /dia
Porcentaje de Remoción de Sólidos Suspendidos			
en Lagunas Facultativas ( Norma S-090)	%	80.000	
Porcentaje de Sólidos Suspendidos remanentes	%	20.000	
Sólidos Suspendidos remanentes = St * 0.20	Ssr	118.368	Kg /dia
Densidad del Lodo ( Norma S-090)	Dl	1.050	Kg/litro
Volumen diario de Lodo = Ssr / Dl	Vl	112.731	litros/dia
Coefficiente de seguridad	C	1.500	
Volumen anual de sólidos= Vl *1.5* 365/1000	Val	61.720	m3/año

Cuadro N°22

**i) Dimensionamiento del Depósito de Lodos**

Largo Fondo efectivo	Lf	79.000	m
Ancho Fondo efectivo	Wf	21.000	m
Altura de Lodos	Hl	0.100	m
Talud	z	2.500	
Largo Fondo de Depósito de Lodo	Lfl	78.500	m
Ancho Fondo de Depósito de Lodo	Wfl	20.500	m
Volumen del Depósito de Lodos			
Vdl= 0.5 ( Lf * wf + Lfl*Wfl)*Hl	Vdl	163.413	m3
Periodo de Limpieza de la Laguna= Vdl / Val	Tl	2.648	años

Cuadro N°23

**j) Determinación del Volumen de Lodo y Periodo de Limpieza en Condición Actual**

Sólidos en Suspensión ( Norma S-090 )	Ss	90	Gr./hab/dia
Población de diseño	Pd	6,576	Hab.
Sólidos en Suspensión Total	St	591.84	Kg /dia
Porcentaje de Remoción de Sólidos Suspendidos			
en Lagunas Facultativas ( Norma S-090)	%	80.000	
Porcentaje de Sólidos Suspendidos remanentes	%	20.000	
Sólidos Suspendidos remanentes = St * 0.20	Ssr	118.368	Kg /dia
Densidad del Lodo ( Norma S-090)	Dl	1.050	Kg/litro
Volumen diario de Lodo = Ssr / Dl	Vl	112.731	litros/dia
Coefficiente de seguridad	C	1.500	
Volumen anual de sólidos = Vl *1.5* 365/1000	Val	61.720	m3/año

Cuadro N°24

**K) Dimensionamiento del Depósito de Lodos**

Largo Fondo efectivo	Lf	79.000	m.
Ancho Fondo efectivo	Wf	21.000	m
Altura de Lodos	Hl	0.100	m
Talud	z	3.000	
Largo Fondo de Depósito de Lodo	Lfl	78.400	m
Ancho Fondo de Depósito de Lodo	Wfl	20.400	m
Volumen del Depósito de Lodos			
$Vdl = 0.5 (Lf * wf + Lfl * Wfl) * Hl$	Vdl	162.918	m <sup>3</sup>
Periodo de Limpieza de la Laguna = $Vdl / Val$	Tl	2.640	años

Cuadro N°25

**l) Dimensionamiento Final por Laguna Facultativa**

LARGO DE ESPEJO DE AGUA	Le	88
ANCHO DE ESPEJO DE AGUA	We	30
ALTURA UTIL	Hw	1.80m
TALUD HUMEDO	Zw	3
TALUD SECO	ZS	2.00
LARGO FONDO UTIL LAGUNA	Lf	77.20
ANCHO FONDO UTIL LAGUNA	Wf	19.20
LARGO FONDO DEPOSITO LODOS	LI	78.00
ANCHO FONDO DEPOSITO LODOS	WI	20.00
ALTURA BORDO LIBRE	Hs	0.60-1.00M
LARGO BORDE INTERNO CORONA		91.60
ANCHO BORDE INTERNO CORONA		33.6
ANCHO CORONA	B	3.00m
LARGO BORDE EXTERNO CORONA		97.600
ANCHO BORDE INTERNO CORONA		39.6

**5.2 Software Sewercad:**

Este software SewerCAD es un programa de gran alcance para el diseño y análisis de flujo por gravedad y la presión del flujo a través de redes de tuberías y estaciones de bombeo. El programa se puede ejecutar en modo AutoCAD, dándole todo el poder de las capacidades de AutoCAD, o en modo Stand-Alone utilizando nuestra propia interfaz gráfica. SewerCAD le permite construir una representación gráfica de una red de tuberías que contienen información, como datos de la tubería, la bomba de datos, la carga y la infiltración. Usted tiene la opción de traspaso elementos incluidos tubos circulares, arcos, y más cajas.

La red de gravedad se calcula con la incorporada en el modelo numérico, que utiliza tanto el paso directo y estándar de paso gradualmente variados métodos de flujo. Flujo cálculos son válidos para ambos surcharged y variadas situaciones de flujo, incluyendo saltos hidráulicos, de remanso, y la reducción de curvas. Usted también tiene la flexibilidad de la mezcla de gravedad y de presión componentes libremente, construir sus sistemas en paralelo o en serie, tal como existen en el campo. Elementos de presión puede ser controlado basado en el sistema hidráulico, bombas de inflexión y fuera debido a los cambios en los flujos y presiones.

SewerCAD es la solución más característica le permite personalizar e imprimir los resultados del modelo en un formato de informe y como una gráfica de parcela.

SewerCAD es tan flexible que se puede usar en todas las fases de su proyecto, desde el estudio de viabilidad para el diseño final de los dibujos y el análisis de las redes existentes. Durante la fase de viabilidad, puede utilizar SewerCAD para crear varios diseños diferentes con un sistema de AutoCAD dibujo como fondo (background), o dentro de AutoCAD. Para el diseño final, puede completar con dibujos detallados observa que se puede utilizar para desarrollar los planes de construcción. En resumen, puede utilizar SewerCAD a los siguientes diseños:

Diseño de múltiples sistemas de alcantarillado sanitario.

Análisis de los diferentes escenarios para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario.

Importación y exportación de AutoCAD y MicroStation. DXF.

Generar informes de apariencia profesional para sus clientes.

Generar el plan y el perfil de una red de parcelas.

Colocamos los siguientes datos  $q_i$ (Caudales de Influencia) y Cota de Terreno

	$q_i$	Cota de Terreno
A1	0.072	56.271
A2	0.062	56.523
A3	0.031	50.148
A4	0.121	55.000
A5	0.099	56.032
A7	0.061	55.330
A8	0.098	55.750
A9	0.079	49.077
A10	0.121	55.940
A11	0.054	55.000
A12	0.052	47.214
A13	0.077	46.102
A14	0.247	47.840
A15	0.185	50.331
A16	0.071	51.895
A17	0.015	53.114
A18	0.049	49.628
A19	0.099	48.316
A20	0.074	49.557
A21	0.185	45.893
A22	0.461	45.700
A23	0.213	46.200
A24	0.395	44.888
A25	0.250	44.000
A26	0.688	45.639
A27	0.093	48.250
A28	0.071	46.750
A29	0.069	45.441
A30	0.149	45.743
A31	0.114	46.424
A32	0.125	48.727
A33	0.177	51.100
A34	0.326	45.790
A35	0.160	46.518
A36	0.297	46.000
A37	0.184	45.402
A38	0.166	44.921
A39	0.094	45.737
A40	0.054	48.345
A41	0.113	46.800
A42	0.636	45.965
A43	0.384	45.253
A44	0.098	44.762

A45	0.096	44.321
A46	0.539	44.289
A47	0.174	44.323
A48	0.152	44.425
A49	0.108	44.219
A50	0.202	45.418
A51	0.276	45.039
A52	0.102	47.612
A53	0.024	49.100
A54	0.024	50.463
A55	0.117	49.354
A56	0.318	47.934
A57	0.529	47.833
A58	0.092	50.357
A59	0.085	49.714
A60	0.372	47.538
A61	0.137	46.000
A62	0.076	45.818
A63	0.516	44.787
A64	0.079	44.657
A65	0.093	44.396
A66	0.360	44.281
A67	0.164	44.450
A68	0.489	44.751
A69	0.333	45.150
A70	0.390	45.213
A71	0.258	46.714
A72	0.349	46.804
A73	1.726	46.804
A74	0.238	45.674
A75	0.346	44.458
A76	0.324	45.215
A77	0.605	44.488
A78	0.318	44.508
A79	0.258	44.017
A80	0.364	44.185
A81	0.338	44.397
A82	0.563	44.667
A83	0.580	45.119
A84	0.019	44.251
A85	0.105	44.040
A86	0.158	44.005
A87	0.179	44.372
A88	0.132	44.145
A89	0.043	44.619
A90	0.043	44.379

A91	0.043	44.401
A92	0.043	44.232
A93	0.043	44.701
A94	0.070	45.636
A95	0.022	45.026
A96	0.122	46.313
A97	0.023	44.957
A98	0.089	44.033
A99	0.043	43.956
A100	0.043	43.903
A101	0.043	44.620
A102	0.043	43.639
A103	0.043	43.537
A104	0.043	44.277
A105	0.126	44.714
A106	0.120	44.882
A107	0.095	44.088
A108	0.042	45.631
A109	0.043	43.600
A110	0.043	43.378
A111	0.043	43.338
A112	0.043	44.045
A113	0.043	42.133
A114	0.043	41.639
A115	0.052	42.193

## **CAPITULO VI: RESERVORIO**

### **6.1. Características del Reservorio Elevado.**

Son estructuras en las cuales se puede distinguir 2 elementos fundamentales, los cuales detallaremos a continuación:

- La estructura de soporte o fuste.
- La Cuba o depósito de almacenamiento.

#### **6.1.1. La Estructura de soporte o fuste.**

Está relacionada con la altura de nivel de agua para obtener la presión hidrostática requerida con la finalidad de poder abastecer al centro poblado Cruz de Médano. Esta estructura su función primordial es recibir la carga de del depósito incluido el peso del líquido. Dentro de las más usadas, podemos encontrar que están compuestas por columnas, arriostradas por vigas circulares a placas, formando así un castillo de vigas y columnas a las tubulares conformadas por una estructura cilíndrica de sección recta a variable. Deberá ser cilíndrica con una puerta de ingreso a nivel  $\pm 0.00$  , de 1,20 x 2,10 m. y ventanas de iluminación interna.

#### **6.1.2. La Cuba.**

Es el recipiente que Contiene el volumen del líquido almacenado y su capacidad esta función de la demanda existente. La geometría de los depósitos varia, desde los más comunes (cuadrados, rectangulares, cilíndricos), hasta los más complejos, dependiendo de la propuesta arquitectónica. Será cilíndrica debiendo tener vigas de borde inferior y superior para su arriostramiento.

El depósito está conformada par 3 partes bien definidas, la losa de fondo, la cuba o cuerpo y la cobertura o techo, que describiremos a continuación:

**a) La losa de fondo.-** Este elemento puede ser plana, apoyada sobre vigas, que transmiten la carga a las columnas; cuando los volúmenes son considerables mayores de 200 M<sup>3</sup> (1), los fondos planos pueden presentar denominaciones considerables, con llevando a disponer de mayor número de apoyos; en estos casos cuanto más se recomienda secciones abovedadas apoyándole depósito en un anillo, que esta sometido a tracciones originadas por el empuje de la cúpula esférica debido al peso del agua. Losa de fondo. Sara de tipo INTZE con viga de borde circular y chimenea central de acceso de 2.0 m de diámetro interior.

Cuando las tracciones en la viga son excesivas, se emplean las losas de fondo de forma mixtas llamadas FONDOS DE INTZE, están compuestas por dos partes, la interior esférica y la exterior cónica, respectivamente, las cuales produce esfuerzos de compresión al anillo circular.

**b) Los Anillos Circulares.-** Estos elementos estructurales ayudan a compensar los esfuerzos de tracción de la parte esférica, logrando que la viga no resulte fatigada por una fuerza longitudinal.

Algunos depósitos (siguiendo éste mismo criterio) están constituidos por un casquete esférico rodeado de una a más superficies CONICAS.

**c) La pared cónica.-** Las cargas sobre el fondo cónico son producidos por el peso de la cobertura, la viga superior, la pared cilíndrica y la viga inferior, generando un esfuerzo de membrana del fondo cónico.

**d) La cuba o pared del depósito.-** Suele ser de sección cuadrada, cónica a cilíndrica, salvo algunos diseños especiales, las más usuales son las cilíndricas, ya que ofrecen un mejor comportamiento estructural.

**e) La cobertura esférica.-** Esta puede ser plana (para pequeños depósitos) o en forma de cúpula esférica, que en su parte superior deben tener una linterna

de iluminación.

Además de los elementos descritos no debemos olvidar considerar (sobre todo en reservorios de gran capacidad).

**f) La chimenea de acceso.-** La misma que está ligada a la losa de fondo, y por la cual se ingresa al reservorio para mantenimiento

## **6.2. Normas de Diseño.**

EL análisis estructural se realizará en concordancia con las siguientes normas y reglamentos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma de Diseño Sismo – Resistente E.030.
- Normas del ACI.

## **6.3. Especificaciones de Diseño**

- El volumen de almacenamiento útil del reservorio deberá ser de 545.00 M<sup>3</sup>.
- La cota de nivel de agua, estando el reservorio lleno, será de 17.500 m. sobre el nivel del terreno.
- La capacidad portante del terreno de fundación para efectos del análisis será:  $\sigma_t = 1.500 \text{ kg/cm}^2$ .
- El acero de refuerzo será de grado 60 con las siguientes características.
  - Resistencia a la tracción  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Módulo de elasticidad  $E = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ .
- El concreto a considerar para el diseño será de peso específico P.E.=2.40 Tn/m<sup>3</sup> y la resistencia  $f'_c$  alcanzada a los 28 días para cada elemento estructural será la indicada:

Descripción	f'c kg/cm <sup>2</sup>
Zapata	245
Fuste	245
Losa fondo y viga	350
Cuba	280
Cúpula	245

#### **6.4. Cargas a Considerar.**

- Peso propio.
- Sobrecarga.
- Carga de sismo.

## CAPITULO VII: ANALISIS ESTRUCTURAL.

### 7.1. Predimensionamiento.

En el predimensionamiento del reservorio del tipo INTZE, se realizarán cálculos con aproximaciones sucesivas y así poder obtener las dimensiones de los elementos que forman parte del reservorio.

#### 7.1.1. Criterios para Dimensionar.

- a) Para poder obtener la primera aproximación de las medidas del depósito, usaremos las ecuaciones (I al VI), estas mismas que se irán afinando, ya que al considerar la chimenea de acceso y al redondear las cifras vamos a obtener prevalecer la condición de depósito INTZE y del volumen útil del reservorio; es decir:

$$V1 - V_{ch} / \tan \beta_1 = V_2 / \tan \beta_2$$

Además:

$$V_{alm} = V_1 - V_{ch} + V_2$$

Donde:

$V_{alm}$  = Volumen de almacenamiento

$V_{ch}$  = Volumen de chimenea

$$V_{ch} = \pi D^2 (h_2 - f) / 4$$

Siendo:

D = Diámetro exterior de chimenea

Ecuaciones:

$$a = b \cdot \sqrt{2} \dots (I)$$

$$r = b \cdot \sqrt{2} \dots (II)$$

$$h_2 = a \dots (III)$$

$$h_1 = b \dots (IV)$$

$$f = a - b \dots (V)$$

$$a = 0.722 (VR)^{1/3} \dots (VI)$$

b) Al obtener de la primera iteración, valores para el volumen de almacenamiento, menores al volumen útil, notamos de una primera apreciación, que podemos aumentar el volumen obtenido, si reducimos  $f$ , con la consiguiente variación de  $r$ , de los ángulos  $\beta_1, \beta_2$  y  $h_1$ , manteniendo el resto de valores constantes.

De la expresión (5).

$$r = (b^2 + f^2) / 2f \dots\dots\dots(\text{IX})$$

Manteniendo  $\beta_1 = \beta_2$  tendremos

$$\tan \beta_2 = \tan \beta_1$$

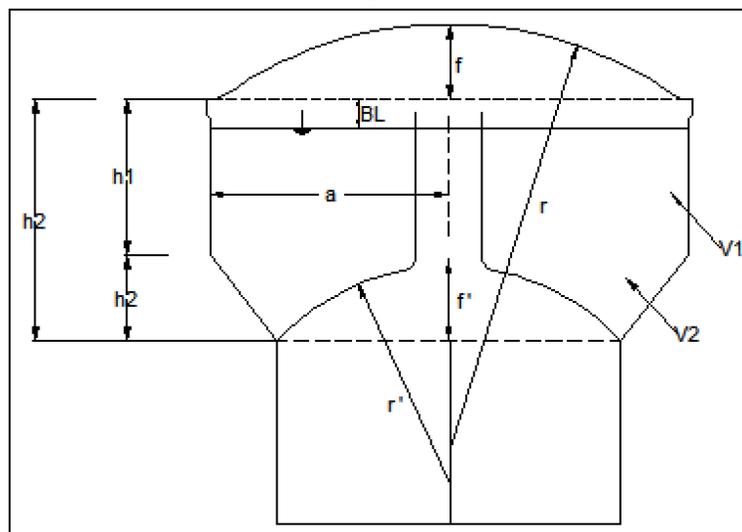
$$(h_2 - h_1) / (a - b) = b / \sqrt{r^2 - b^2}$$

De donde:

$$h_1 - h_2 - b(a - b) = b\sqrt{r^2 - b^2} \dots\dots(x)$$

**7.1.2. Predimensionamiento Cálculos.**

Reservorio de Capacidad de 600 m<sup>3</sup>



Vol. Reser. <b>600</b> m3											
Iterac.	a	b	h2	Dext	f'	r'	h1	V1	V2	Vch	Valm
1	6.09	4.306	6.09	1.95	1.78	6.09	4.31	299.66	299.80	12.86	586.60
2					1.75	6.17	4.35	299.66	301.25	12.96	587.95
3					1.70	6.30	4.42	299.66	303.35	13.11	589.90
4					1.65	6.44	4.49	299.66	305.39	13.26	591.79
5					1.60	6.59	4.55	299.66	307.37	13.41	593.62
6					1.55	6.76	4.61	299.66	309.30	13.56	595.40
7					1.50	6.93	4.68	299.66	311.17	13.71	597.13
8					1.45	7.12	4.73	299.66	313.00	13.86	598.81
9					1.40	7.32	4.79	299.66	314.79	14.01	600.44

**Dimensiones a usar**

a	6.09	m	r'	7.32	m
b	4.306	m	f	2.03	m
h2	6.09	m	r	10.15	m
f'	1.40	m	Dext	1.95	m

**7.2. Análisis Sismo – Resistente.**

La Norma Técnica de Edificaciones E.030 (R.N.E.), contempla en el Capítulo V referente a los Parámetros de Sitio que se han tomado en cuenta para la estructura.

**7.2.1. Zonificación Sísmica.**

Se ha dividido el territorio en tres zonas de acuerdo a la sismicidad y potencialidad sísmica, según esto para nuestro caso consideramos que la estructura se construye en algún lugar de la costa por lo tanto le corresponde:

ZONA 3 – SISMICIDAD ALTA

Para la zona se ha designado un valor:

$$Z_3 = 0.40$$

**7.2.2. Parámetros del Suelo.**

Se ha clasificado a los suelos en tres grupos por el tipo de suelo de la cimentación y por el periodo predominante  $T_p$  de la estratigrafía.

En nuestro caso consideramos un terreno areno arcilloso de resistencia media tipo de suelo  $S_2$  y de acuerdo a la tabla R.N.E. se tiene:

PARAMETROS DEL SUELO			
TIPO	DESCRIPCION	$T_p(s)$	S
$S_2$	Suelo Intermedio	0.6	1.2

### 7.2.3. Categoría de la Estructura.

De acuerdo a su uso y especial importancia ante la ocurrencia de un sismo, se ha clasificado a las estructuras en cuatro categorías entre las que podemos ubicar a la estructura en la categoría A – Edificación Esencial.

#### CATEGORIA A:

Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicación, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que pueden servir de refugio después de un desastre.

También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.

Por lo tanto nuestra estructura tendrá un factor de uso (U):

$$U = 1.50$$

#### 7.2.4. Coeficiente de Reducción (R).

Llamado también factor de reducción de fuerza sísmica, corresponde básicamente a la ductibilidad global de la estructura, involucrada además consideraciones sobre amortiguamiento y comportamiento en niveles próximos a la fluencia, con este criterio se han dividido las estructuras en seis tipos (tomando valores de 3.0 a 9.5), dentro de las que ubicamos a la estructura a analizar:

$$R = 4$$

TIPO R 6:

Edificios en que las fuerzas horizontales son resistidas básicamente por muros de corte o estructuras similares.

Tanques elevados, silos y estructurales tipo péndulo invertido (más del 50% de la masa en el extremo superior) en general y no soportadas por un edificio.

La fuerza horizontal mínima de diseño H, será de 0.12P, para las zonas 3.

#### 7.2.5. Coeficiente sísmico (C)

Es la fracción del peso de la edificación "P" que debe tomarse para la determinación de la fuerza cortante en la base, el que se calculará mediante el espectro de respuestas de aceleraciones generalizado y expresado mediante fórmula funcional del periodo fundamental de la estructura (T), y del periodo predominante del suelo ( $T_p$ )

$$C = 2.5 (T_p + T);$$
$$C \leq 2.5$$

Para el tipo de suelo considero (II)

$$T_p = 0.60 \text{ seg.}$$

El periodo fundamental de la estructura (T), se determina mediante el espectro para el análisis modal espectral donde se tiene en cuenta las características estructurales y la distribución de masas de la edificación.

### 7.2.6. Magnitudes características Esperados del Análisis

A efectos de nuestro estudio nos interesa la variación de la fuerza de inercia según la altura del fuste así como su esfuerzo cortante en la base, reemplazando las magnitudes características de análisis estático.

#### 7.2.6.1. Momento de volteo

La norma de diseño sismo – resistente establece que no permitirán reducciones del momento de volteo para las estructuras tipo péndulo invertido (en nuestro caso), siendo el factor de seguridad al volteo mayor que 1.5, es decir:

$$M_r / M_v > 1.50$$

Siendo

$M_r$  = Momento resistente

$M_v$  = Momento de volteo

El momento de volteo  $M_v$ , lo determinamos de la siguiente expresión:

$$M_a = \sum V_a \cdot x_a$$

Donde:

$V_a = \sum F_a$  = Cortante al nivel a.

$F_a$  = Fuerza de inercia del nivel a.

$X_a = h_a - h_{(a-1)}$  = Altura entre masas concentradas.

### 7.2.6.2. Desplazamientos Laterales Permisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso o nivel, calculado según el Artículo 16 (16.4), no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la siguiente tabla:

LIMITES PARA DESPLAZAMIENTOS LATERAL DE ENTREPISO	
MATERIAL PREDOMINANTE	$(\Delta_i / h_{ei})$
Concreto Armado	0.007

### 7.3. Análisis Estático por Reglamento – Método Simplificado Ing. Julio Rivera.

Presentado en El Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 Sismo – Resistente de 2003 incluyendo el Método Simplificado del Ing. Julio Rivera Fejoo.

Luego de hacer las investigaciones y analizar los resultados, se llegó a formular una expresión simplificada para determinar el periodo de vibración correspondiente a los dos primeros modos de vibración, para relaciones de altura/diámetro de cuba  $H/D < 0.75$ . En base a éxito, Rivera presenta un planteamiento de normas de diseño sísmico para el R.N.E. - E.030 (AÑO 2006), con el que realizamos nuestro análisis a manera de comprobación.

#### 7.3.1. Parámetros del agua.

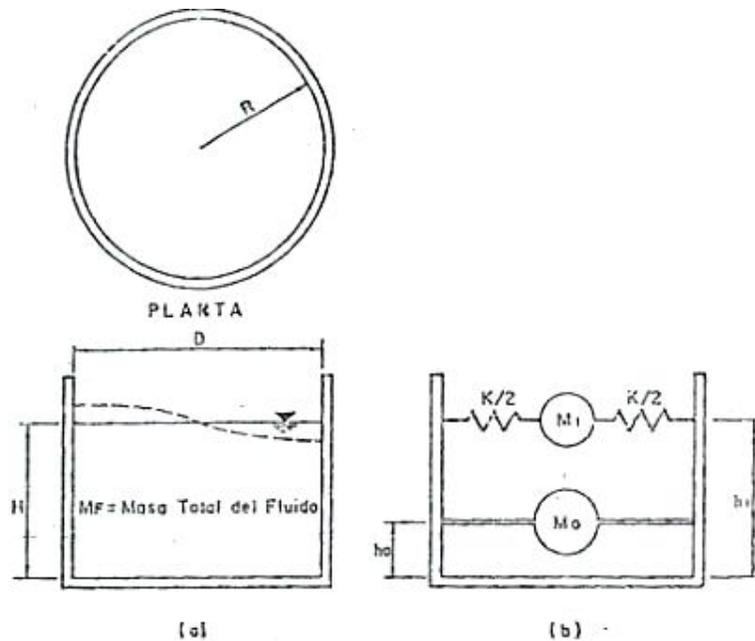
Sistema Mecánico Equivalente: Housner (1963), plantea un sistema mecánico equivalente más simplificado, considerando solo el primer modo de oscilación.

Así mismo, evaluó los errores de su método con respecto al planteado por Graham y Rodríguez encontrándose como máximo errores del 2.5%.

El método planteado por Housner es válido para relaciones  $D/H > 0.75$ .

Forma del Fondo del Reservorio: Cuando el fondo del reservorio no es plano ni horizontal, como es el caso de los reservorios comúnmente usados en el que el fondo es semiesférico y tronco cónico, se puede asumir según Rosenblueth un reservorio equivalente que tenga el mismo diámetro y volumen que tanque en cuestión.

Rivera, presenta las siguientes expresiones que permiten determinar los parámetros de la masa móvil así como la masa ligada a la estructura y su interrelación:



$$\frac{M_0}{MF} = \frac{\text{Tan } h \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{D}{H} \right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{D}{H}}$$

$$\frac{HK}{WF} = \frac{45}{2} \left( \frac{M_1}{MF} \right)^2 \left( \frac{H}{D} \right)^2$$

$$h_0 = \frac{3}{8} H \left[ 1 + \alpha \left( \frac{MF}{M_0} - 1 \right) \right]$$

$$\frac{M_1}{MF} = \frac{363}{512} \frac{\text{Tan } h \left( \sqrt{13.5} \frac{H}{D} \right)}{\sqrt{13.5} \frac{H}{D}}$$

$$T_0 = 2 \pi \sqrt{\frac{M_1}{K}}$$

$$h_1 = H \left[ 1 - \frac{\cos h \left( \sqrt{13.5} \frac{H}{D} \right) - \beta}{\sqrt{13.5} \frac{H}{D} \text{sen } h \left( \sqrt{13.5} \frac{H}{D} \right)} \right]$$

Cuando se toman en cuenta las presiones del fondo y paredes del tanque:

$$\alpha = 1.33, \beta = 2$$

Cuando solo se consideran los efectos de las presiones en las paredes  
(Caso usado en este trabajo):

$$\alpha = 0, \beta = 1$$

FIG.17 TANQUES CIRCULARES, SISTEMA MECANICO EQUIVALENTE SIMPLIFICADO  
 $H/D \leq 0.75$

Donde

$M_0$  = Masa del agua a considerarse fija a la estructura.

$M_1$  = Masa del agua móvil.

$f = M_0 + M_1$

$h_0, h_1$  = Alturas donde se ubican  $M_0$  y  $M_1$ .

$w_0, w_1, w_f$  = Pesos de las masas corresp.  $M.g$

$T_a$  = Periodo de vibración de la masa de agua (seg)

$D$  = Diámetro interior de la cuba.

$H$  = Altura de la cuba

$H = 4.V/\pi D^2$  (para cubas con fondo esférico).

### 7.3.1.1. Fuerza de inercia de la masa móvil del agua ( $F_a$ )

Se determina de la expresión

$$F_a = (Z*U*S*C/R)*W_1$$

Siendo para nuestro caso:

$Z = 0.4$                        $S = 1.2$

$U = 1.50$                       $R = 4$

$S = 1.20$

$Rd. = 4.00$

$C = 2.5(T_p/T)$ ;  $C \leq 2.5$

Donde:

$T_a$  = Periodo de vibración de la masa de agua (Seg)

$T_s = 0.60$  seg.

$w_1$  = Peso de la masa móvil del agua

### 7.3.2. Parámetros de la estructura.

Se determina el periodo de vibración de estructura ( $T_e$ ), de la siguiente expresión

$$T_e = \frac{f^2}{\sqrt{g}} \frac{\sqrt{pT.(hT - h/2)^3}}{\sqrt{E.I.f}}$$

Donde:

$$P_t = P_e + W_o + W_i \text{ (Tn)}$$

$P_e$  = Peso de la estructura (Tn)

$H_t$  = Altura total del reservorio (m.)

$H$  = Altura de la cuba (m.)

$E$  = Módulo de elasticidad del fuste (Tn/m<sup>2</sup>)

$I$  = Momento de inercia del fuste (m<sup>4</sup>)

$T_e$  = Periodo de vibración de la estructura (m.)

$F_2$  = Constante a dimensional de la tabla.

$g$  = Aceleración de la gravedad (9.81 m/seg<sup>2</sup>).

El factor  $f_2\sqrt{g}$  se obtiene interpolando en la tabla siguiente:

(EI)FUSTE/(EI)CUBA	0.10	0.30	0.50	> 0.90
$\frac{f_2}{\sqrt{g}}$	0.78	0.81	0.82	0.83

### 7.3.2.1. Fuerza de inercia de la estructura (Fe)

Se determina Fuerza de inercia de la estructura ( $F_e$ ), de la siguiente expresión:

$$F_e = (Z*U*S*C/R)* (W_o + P_e)$$

Siendo en este caso

Donde:

$T_e$  = Periodo de vibración de la estructura.

$T_s = 0.60$  seg.

$W_o$  = Peso de la masa ligada a la estructura

$P_e$  = Peso de la estructura vacía.

### 7.3.3. Fuerza de diseño.

Se obtiene haciendo una superposición de la fuerza de la masa móvil del agua y la fuerza de la estructura:

$F_i = F_a + F_e$
-------------------

#### 7.4. Modelaje de la Estructura

Una primera interrogante es saber con cuentas masas concentradas se va a analizar el fuste, en nuestro caso, con la intención de conocer cuál sería la cantidad de masas recomendables se estudiaron cuatro casos, con 3, 6, 9 y 12 masas concentradas.

En la siguiente página se muestra en modelaje de la estructura para los 4 casos considerados y en la sub – siguiente la ubicación de las masas concentradas para cada caso.

##### 7.4.1. Determinación de rigideces

Consideramos el fuste como una gran columna hueca cuya rigidez determinada por la expresión:

$$K = 12 E.I/h^3$$

Siendo

$$E = 15000 \sqrt{f'c}$$

$$I = \pi / 4.(Re^4 - Ri^4)$$

Donde:

E = Modulo de Young.

I = Inercia.

F'c = Resistencia a compresión del concreto.

Re, Ri = Radios exterior e interior del fuste.

H = Altura del fuste analizado.

Para encuentro de cuba y fuste de rigideces Kc y Kf respectivamente, la rigidez equivalente Keq.

La determinamos de:

$$1/Keq = 1/Kc + 1/Kf$$

### 7.4.2. Parámetros Básicos

a) El Fuste

$$\begin{aligned}f'c &= 245 \text{ kg/cm}^2 \\Re &= 455 \text{ cm.} \\Ri &= 430 \text{ cm.} \\Ef &= 15000\sqrt{245} = 234\,787 \text{ kg/cm}^2 \\If &= \frac{\pi}{4} (455^4 - 430^4) = 6.8104 \text{ E9 cm}^4\end{aligned}$$

b) La Cuba

$$\begin{aligned}f'c &= 245 \text{ kg/cm}^2 \\Re &= 650 \text{ cm.} \\Ri &= 625 \text{ cm} \\Ec &= 15000\sqrt{245} = 234\,787 \text{ kg/cm}^2 \\Ic &= \frac{\pi}{4} (650^4 - 625^4) = 2.0356 \text{ E10 cm}^4\end{aligned}$$

c) Rigideces

Con lo valores obtenidos en a y b, calculamos las rigideces para cada valor de  $H_i$  del fuste que se muestra en la se muestran los valores de  $k$  fuste; la rigidez  $K$  cuba se calcula considerando  $H_{\text{Total}} = 10.40 \text{ m}$ .

$$\begin{aligned}kfuste &= 12. (234\,787 \times 6.810 \text{ E9}) / 1040^3. \\Kfuste &= 1.706 \text{ E4 Tn/cm.}\end{aligned}$$

### 7.5. Cálculos

Se analiza la estructura aplicando método de la Reglamento Nacional de Edificaciones y el Método Simplificado del Ing. Julio Rivera Feijoo y evaluar con que valores entrar el diseño.

### 7.5.1. Metrado de Cargas.

**METRADO DE CARGAS - RESERVORIO ELEVADO V=600m3**

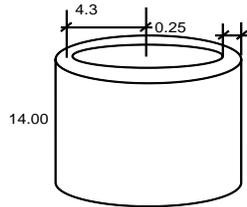
OBRA: AGUA POTABLE CRUZ DE MEDANO - MORROPE - LAMABYEQUE

FECHA : 24/03/2008

Part N°	DESCRIPCION	Pi	DIMENSIONES				METRADO	
		3.14159265	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	TOTAL UND

**RESERVORIO ELEVADO (600 m3)**

- 1.00 Fuste Circular
- 1.01 Concreto para Fuste Hasta los 12.00m sobre NTN



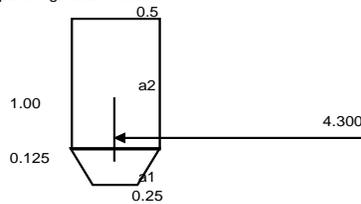
3.14159265	1.00	Radio	4.31	0.25	Altura	14.000	94.69	94.69 m3
------------	------	-------	------	------	--------	--------	-------	----------

PESO = Volumen x Pe

Pe = 2.400 Tn/m3

**PESO FUSTE = 227.265 Tn**

- 2.00 Viga Muro Anillo "C"
- 2.01 Concreto para Viga Muro Anillo "C"



$L_{circ} = 2 \cdot \pi \cdot X_{cg} = 27.018 \text{ m}$   
 Volumen = Area total x Lcircunf

a1 = 1.00 0.500 0.250 0.125 0.0469 m2

a2 = 1.00 0.500 1.000 0.5000 m2

A total = 0.547 m2

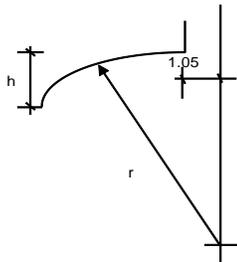
Volumen Total = 14.775 14.78 m3

PESO = Volumen x Pe

Pe = 2.400 Tn/m3

**PESO ANILLO = 35.461 Tn**

- 3.00 Casquete Esferico de Fondo de Cuba
- 3.01 Concreto para Fondo Esferico de Cuba



r = 6.10  
 h = 1.80

Area Arco =  $2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = 68.989 \text{ m}^2$

Menos Area Circulo =  

3.14159265	1.00	Radio	0.900	Radio	0.900	2.545 m2
------------	------	-------	-------	-------	-------	----------

Area total = Area de Arco - Area Circulo = 66.445 m2

Espesor Casquete esferico = 0.250 m

Volumen del Casquete Esferico = Area Total x Espesor = 16.61 m3

PESO = Volumen x Pe

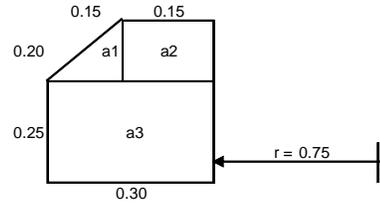
Pe = 2.400 Tn/m3

**PESO CASQ = 39.867 Tn**

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque

4.00 Viga Anillo "D"  
4.01 Concreto para Viga Anillo "D"

Vol 1 = 2 . Pi . R . cg . Area  
Vol 2 = 2 . Pi . R . cg . Area  
Vol 3 = 2 . Pi . R . cg . Area



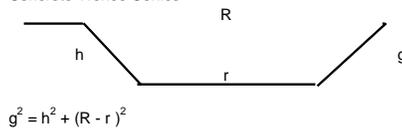
	Radio	largo	ancho			
Volumen 1 =	1.00	0.950	0.200	0.150	0.090	
Volumen 2 =	1.00	0.825	0.150	0.200	0.156	
Volumen 3 =	1.00	0.900	0.250	0.300	0.424	0.67 m3

PESO = Volumen x Pe

Pe = 2.400 Tn/m3

PESO ANILLO = 1.606 Tn

5.00 Casquete Tronco Conico  
5.01 Concreto Tronco Conico



Volumne = Area x Espesor

Area = 3.14 g (R + r) h = 1.40

	R	r	g	Espesor		
3.14159265	6.100	4.31	2.276	0.300	22.32	22.32 m3

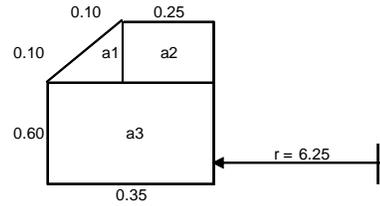
PESO = Volumen x Pe

Pe = 2.400 Tn/m3

PESO CASQUET = 53.563 Tn

6.00 Viga Anillo "B"  
6.01 Concreto para Viga Anillo "B"

Vol 1 = 2 . Pi . R . cg . Area  
Vol 2 = 2 . Pi . R . cg . Area  
Vol 3 = 2 . Pi . R . cg . Area



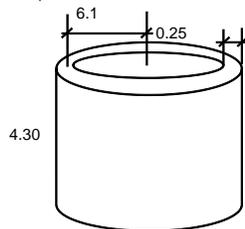
	Radio	largo	ancho			
Volumen 1 =	1.00	6.533	0.100	0.100	0.205	
Volumen 2 =	1.00	6.375	0.250	0.100	1.001	
Volumen 3 =	1.00	6.425	0.600	0.350	8.478	9.68 m3

PESO = Volumen x Pe

Pe = 2.400 Tn/m3

PESO ANILLO = 23.242 Tn

7.00 Pared de Cuba  
7.01 Concreto para Cuba



	Radio	Espesor	Altura		
3.14159265	1.00	6.10	0.400	4.300	65.92 65.92 m3

PESO = Volumen x Pe

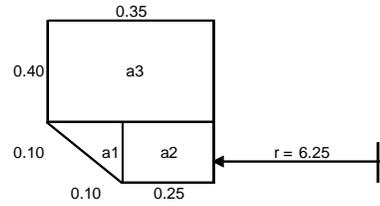
Pe = 2.400 Tn/m3

PESO PARED = 158.22 Tn

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque

8.00 Viga Anillo "A"  
 8.01 Concreto para Viga Anillo "A"

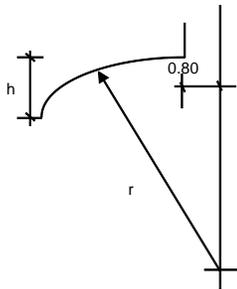
Vol 1 = 2 . Pi . R cg . Area  
 Vol 2 = 2 . Pi . R cg . Area  
 Vol 3 = 2 . Pi . R cg . Area



	Radio	largo	ancho		
Volumen 1 =	3.14159265	1.00	6.533	0.100	0.205
Volumen 2 =	3.14159265	1.00	6.375	0.250	1.001
Volumen 3 =	3.14159265	1.00	6.425	0.400	5.652
					<b>6.86 m3</b>

PESO = Volumen x Pe  
 Pe = 2.400 Tn/m3  
**PESO ANILLO = 16.46 Tn**

9.00 Cupula de Reservoirio  
 9.01 Concreto para Cupula

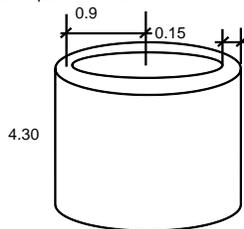


r =	10.100				
h =	2.00				
Area Arco = 2.pi.r.h =					126.920 m2
Menos Area Circulo =					
	3.14159265	1.00	0.800	0.800	2.011 m2
Area total = Area de Arco - Area Circulo =					124.910 m2
Espesor Casquete esferico =					0.075 m
Volumen del Casquete Esferic = Area Total x Espesor=					9.37 m3

Linterna	Radio	Radio			
3.14159265	1.00	0.800	0.800	0.100	0.201
	4.00	0.300	0.100	0.600	0.072
					<b>0.27 m3</b>
Volumen Total =					<b>9.64 m3</b>

PESO = Volumen x Pe  
 Pe = 2.400 Tn/m3  
**PESO CUPULA = 23.14 Tn**

10.00 Chimenea  
 10.01 Concreto para Chimenea



3.14159265	1.00	0.900	0.200	4.300	4.86
Artesa de rebose					
	1.00	0.500	0.300	0.100	0.015
	1.00	0.500	0.420	0.100	0.021
	1.00	0.500	0.250	0.100	0.013
	2.00	0.425	0.250	0.100	0.021
	2.00	0.600	0.300	0.100	0.036
					<b>4.97 m3</b>

PESO = Volumen x Pe  
 Pe = 2.400 Tn/m3  
**PESO CHIMEN = 11.93 Tn**

<b>11 PESO DEL AGUA (ton)</b>	
Volumen=	600.0 m3
Densidad del agua =	1.0 T/m3
Peso del agua (ton)=	<b>600</b> Ton.
<b>PESO TOTAL DE LA CUBA (Ton)=</b>	<b>963.479</b> Ton.
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA (PE) =</b>	<b>1190.744</b>

### 7.5.2. Método de reglamento.

- a) Cortante en la base. Lo obtenemos de la expresión.

$$H = (Z*U*S*C/Rd)*P$$

Donde

$$Z = 0.4$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.20$$

$$R = 4.00$$

$$C = 2.5 \text{ (asumido)}$$

Reemplazar:

$$*H = 0.45 \times P$$

$$*H > H_{\min} = 0.12P \text{ Ok!}$$

Siendo P el peso total de la estructura considerando el 100% de la carga viva:

$$P = 1190.7 \text{ Tn}$$

Reemplazando:

$$H_{\min} = 142.89 \text{ Tn}$$

- b) Distribución del cortante en la base H en toda la altura.

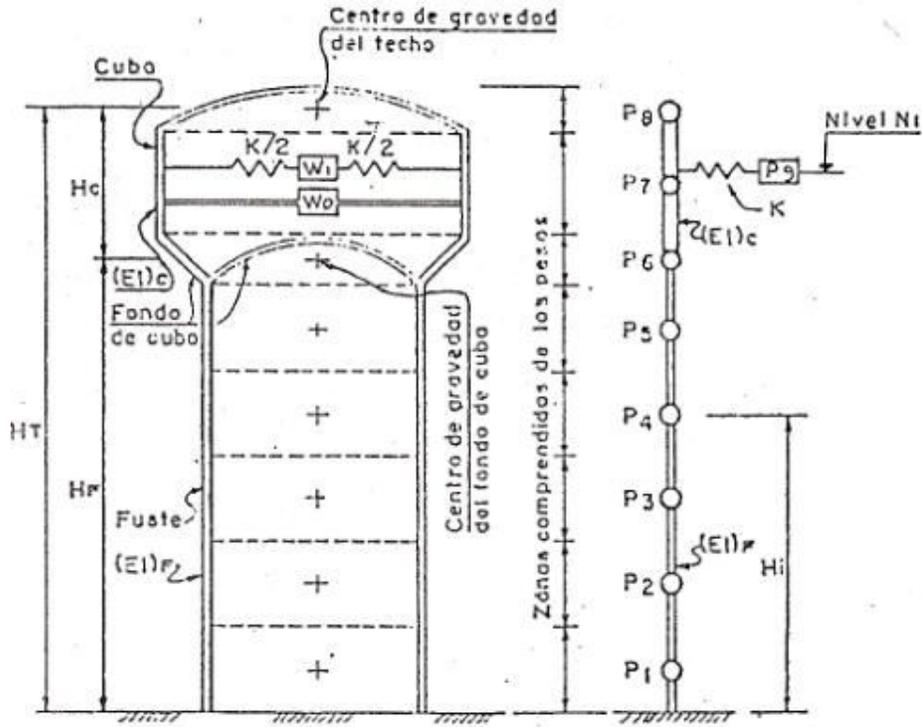
Lo obtenemos de la expresión:

$$F_i = f.H (P_i.h_i) / \sum P_i.h_i$$

Relación alto/ancho

$$\text{Alto/ancho} = 19.2/12.00 = 1.65 < 3.00 \text{ ok!}, \text{ luego } f = 1.00$$

**MODELAJE DEL RESERVORIO INTZE**



$H_f$  : Altura del Fuste.  
 $H_c$  : Altura de la Cuba.  
 $H_t$  : Altura Total.  
 $H_i$  : Altura hasta el centro  
 De gravedad del peso "P<sub>1</sub>"

$P_1$  : Peso Concentrado en el nivel "1"  
 $P_7$  : Incluye  $W_0$ .  
 $P_8$  :  $W_1$  (peso móvil del agua).

**CALCULO PARA LA DETERMINACION DE LAS FUERZAS HORIZONTALES**

**I.) FUERZA DE INERCIA DE LA MASA MOVIL DEL AGUA (Fa)**

$$F_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot Wl$$

**PARAMETROS SISMICOS**

Z=	0.40
U=	1.50
S=	1.20

Tp=	0.60
Wl=	362.40

**SISMO EN XX**

DATOS R = 4.00

$$T_a = 10.110 \text{ seg.}$$

$$C = 2.5 (T_p/T); C \leq 2.5$$

Calculo 0.14837  
C= 0.148

C/R >= 0.1  
C/R 0.037

$$F_{axx} = 26.09 \text{ ton}$$

**SISMO EN YY**

DATOS R = 4.00

$$T_a = 10.110 \text{ seg.}$$

$$C = 2.5 (T_p/T); C \leq 2.5$$

Calculo 0.14837  
C= 0.148

C/R >= 0.1  
C/R 0.037

$$F_{ayy} = 26.09 \text{ ton}$$

**II.) FUERZA DE INERCIA DE LA ESTRUCTURA (Fe)**

$$F_e = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

**PARAMETROS SISMICOS**

Z=	0.40
U=	1.50
S=	1.20

Tp=	0.60
P=	828.34

**SISMO EN XX**

DATOS R = 4.00

$$T = 1.425 \text{ seg.}$$

$$C = 2.5 (T_p/T); C \leq 2.5$$

Calculo 1.05263  
C= 1.053

C/R >= 0.1  
C/R 0.263

$$F_{exx} = 156.95 \text{ ton}$$

**SISMO EN YY**

DATOS R = 4.00

$$T = 1.425 \text{ seg.}$$

$$C = 2.5 (T_p/T); C \leq 2.5$$

Calculo 1.05263  
C= 1.053

C/R >= 0.1  
C/R 0.263

$$F_{eyy} = 156.95 \text{ ton}$$

**FUERZA POR PISO**

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{E \cdot P_i \cdot H_i} \cdot V$$

Dirección X-X					
Peso	hi	Pi	Pi · Hi	Fi	Vi
9	19.9803	24.53	490.117	7.367	7.367
7	16.8905	402.19	6793.19	102.114	109.482
6	13.4396	136.14	1829.67	27.503	136.985
5	11.3625	42.08	478.134	7.187	144.172
4	8.8375	42.08	371.882	5.590	149.762
3	6.3125	42.08	265.63	3.993	153.755
2	3.7875	42.08	159.378	2.396	156.151
1	1.2625	42.08	53.126	0.799	156.949
TOTAL			10441.1	156.949	

Dirección Y-Y					
Peso	hi	Pi	Pi · Hi	Fi	Vi
9	19.9803	24.53	490.1168	7.367	7.367
7	16.8905	402.19	6793.19	102.114	109.482
6	13.4396	136.14	1829.667	27.503	136.985
5	11.3625	42.08	478.134	7.187	144.172
4	8.8375	42.08	371.882	5.590	149.762
3	6.3125	42.08	265.63	3.993	153.755
2	3.7875	42.08	159.378	2.396	156.151
1	1.2625	42.08	53.126	0.799	156.949
TOTAL			10441.12	156.949	

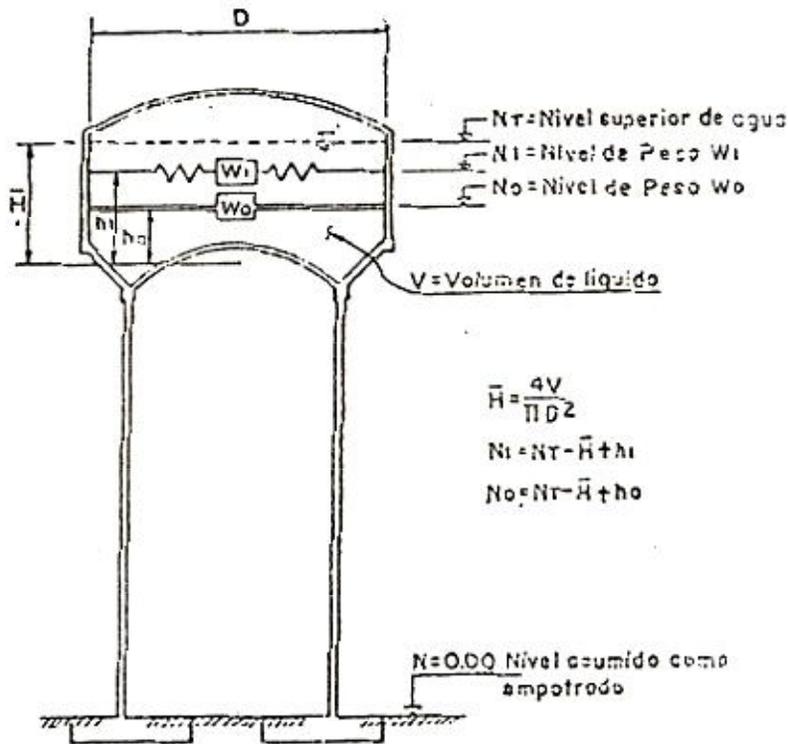
**ANALISIS DEL FUSTE**

**MOMENTOS DE INERCIA Y EXCENTRICIDADES**

$$F_i = \frac{P_i \cdot H_i}{E \cdot P_i \cdot H_i} \cdot V$$

Peso	hi	Wi	Xi	Wi=Sw.	WiXi	Fi	Vi=Sfi	Mi=SVixXi	e=Mi/Wi	e/Rm	Redondeo
10	14.0500	963.48	4.05	963.479	13536.882	138.936	138.9363	562.6920	0.58	0.136	0.14
9	14.0000	25.13	1.55	988.605	351.764	3.61034	142.5466	783.6393	0.79	0.184	0.18
8	12.4500	25.13	1.55	1013.731	312.819	3.21063	145.7573	1009.5631	1.00	0.232	0.23
7	10.8500	25.13	1.55	1038.857	272.617	2.79802	148.5553	1239.8238	1.19	0.278	0.28
6	9.3000	25.13	1.55	1063.983	233.672	2.3983	150.9536	1473.8019	1.39	0.322	0.32
5	7.7500	25.13	1.55	1089.109	194.727	1.99858	152.9522	1710.8778	1.57	0.365	0.37
4	6.2000	25.13	1.55	1114.235	155.781	1.59887	154.551	1950.4319	1.75	0.407	0.41
3	4.6500	25.13	1.55	1139.361	116.836	1.19915	155.7502	2191.8447	1.92	0.447	0.45
2	3.1000	25.13	1.55	1164.487	77.891	0.79943	156.5496	2434.4966	2.09	0.486	0.49
1	1.5500	25.13	1.55	1189.613	38.945	0.39972	156.9493	2677.7681	2.25	0.523	0.52
TOTAL			18	10765.461	15291.933						

### 7.5.3. Método estático simplificado de Rivera Feijoo



$\bar{H}$  = Altura promedio del agua  
 $h_1, h_0$  = Ubicación de los pesos  $W_1$  y  $W_0$  respectivamente  
 $N_T, N_1, N_0$  = Cotas de niveles de agua  
 $W_0 = M_0 g$                        $W_1 = M_1 g$

a) **Parámetros del agua:**

Datos de entrada:

$V = 600.00 \text{ M}^3$

$D = 12.80 \text{ m}$

$N_T = 19.00 \text{ m.}$

$W_f = 600.00 \text{ Tn}$

$M_f = 600/g. \text{ Tnh}/(\text{m}/\text{seg}^2)$

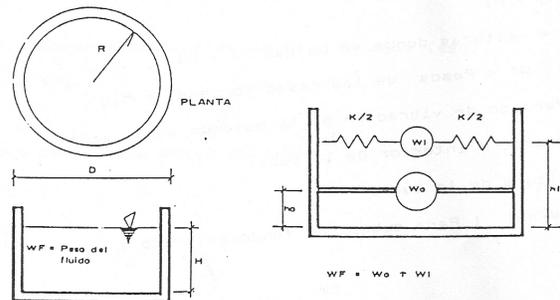
$g = 9.80 \text{ m}/\text{seg}^2$

Reemplazando valores en las expresiones

$H = 4.V/(\pi.D^2) = 4.7 \text{ m.}$

$D/H = 12.80/4.7 = 2.72$

$H/D = 4.7/12.8 = 0.37$



$$H/D = 0.37 < 0.75 \text{ OK! (condición de validez de método)}$$

**a-1) Masas**

$$\frac{M0}{Mf} = \frac{\text{Tanh}\left(\sqrt{\frac{3}{2}} * 2.72\right)}{\sqrt{\frac{3}{2}} * 2.72}$$

$$\frac{M0}{Mf} = 0.299$$

$$M0 = \frac{237.6 \text{ Tn}}{g \text{ m/s}^2}$$

$$\frac{M1}{Mf} = \frac{363}{512} * \frac{\text{tanh}(\sqrt{13.5} * 0.37)}{\sqrt{13.5} * 0.37}$$

$$\frac{M1}{Mf} = 0.457$$

$$M1 = \frac{362.4 \text{ Tn}}{g \text{ m/s}^2}$$

**a-2) Rigidez y periodo de la masas móvil del agua**

$$\frac{H \cdot K}{Wf} = \frac{45}{2} * \left(\frac{362.4}{600}\right)^2 * (0.37)^2$$

$$\frac{H \cdot K}{Wf} = 1.12$$

$$K = 140.0 \text{ Tn/m.}$$

$$Ta = 2 \cdot \pi * \sqrt{\frac{362.4}{140.0}}$$

$$Ta = 10.11 \text{ seg.}$$

**a-3) Alturas**

$$h1 = H \left(1 - \frac{\cosh(\sqrt{13.5} * 0.37) - 1}{\sqrt{13.5} * 0.37 * \sinh(\sqrt{13.5} * 0.37)}\right)$$

$$h1 = 0.57 H$$

$$h1 = 2.74 \text{ m.}$$

$$Ho = 3/8 \cdot H$$

$$Ho = 1.8 \text{ m.}$$

**b) Parámetros de la estructura**

**b-1) Peso de la estructura**

$$P_t = P_e + W_o + W_1$$

Siendo:

$$P_t = \text{Peso Total}$$

$$P_e = \text{Peso de la estructura (vacía)}$$

$$P_e = 590.74 \text{ Tn}$$

$$W_o + W_1 = 600.00 \text{ Tn}$$

$$P_t = 1190.74 \text{ Tn}$$

**b-2) Constante  $f_2/\sqrt{g}$**

$$H_T = 1920 \text{ cm}$$

$$H = 625 \text{ cm}$$

$$E_f = E_c = 234787 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_f = 6.8104 \text{ E9 cm}^4$$

$$I_c = 2.0356 \text{ E10 cm}^4$$

Luego el dato de entrada es:

$$\frac{EI_f}{EI_c} = 0.335$$

**b-3) Periodo de la estructura**

El factor  $\frac{f_2}{\sqrt{g}}$  la obtenemos interpolando de la tabla 7.3.2.

$$T_e = \frac{f_2}{\sqrt{g}} * \frac{\sqrt{P_t * \left(H_t - \frac{H}{2}\right)^3}}{\sqrt{EI_f}}$$

$$T_e = 0.81 * \frac{\sqrt{1190700 * \left(1920 - \frac{625}{2}\right)^3}}{\sqrt{234787 * 6.81E9}}$$

De donde.

$$T_e = 1.425 \text{ seg.}$$

**c) Fuerza cortante en la base**

**c-1) de la masa móvil del agua**

$$F_a = (Z.U.S.C/R).W_1$$

Siendo en nuestro caso:

$$Z = 0.4$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.20$$

$$R = 4.00$$

$$T_p = 0.60 \text{ seg.}$$

$$T_a = 10.11 \text{ seg.}$$

$$W_1 = 362.4 \text{ Tn.}$$

Reemplazando:

$$C = 2.5x(T_s/T_a)$$

$$C = 0.148$$

Luego

$$F_a = 0.6405*W_1$$

$$F_a = 26.09 \text{ Tn}$$

**c-2) De la estructura**

$$F_e = (Z.U.S.C/R). (P_e + W_o)$$

Siendo:

Z,U,S,R = las mismas constantes usadas en c-1

$$W_o = 237.6 \text{ Tn.}$$

$$P_e = 590.74 \text{ Tn.}$$

$$T_e = 1.425 \text{ seg.}$$

$$C = 1.053 \quad = \quad C > C_i$$

Luego:

$$F_e = 0.152*(P_e + W_o)$$

$$F_e = 156.95 \text{ Tn}$$

### **c-3) Fuerza cortante de diseño**

Será la suma de  $F_a + F_e$

$$*H = 183.1 \text{ Tn}$$

$$H_{\min} = 0.12 * 1190.74 = 142.89 \text{ Tn} \quad *H > H_{\min} \text{ Ok!}$$

A continuación se presentan la distribución del cortante en los diferentes niveles considerados del modelo.

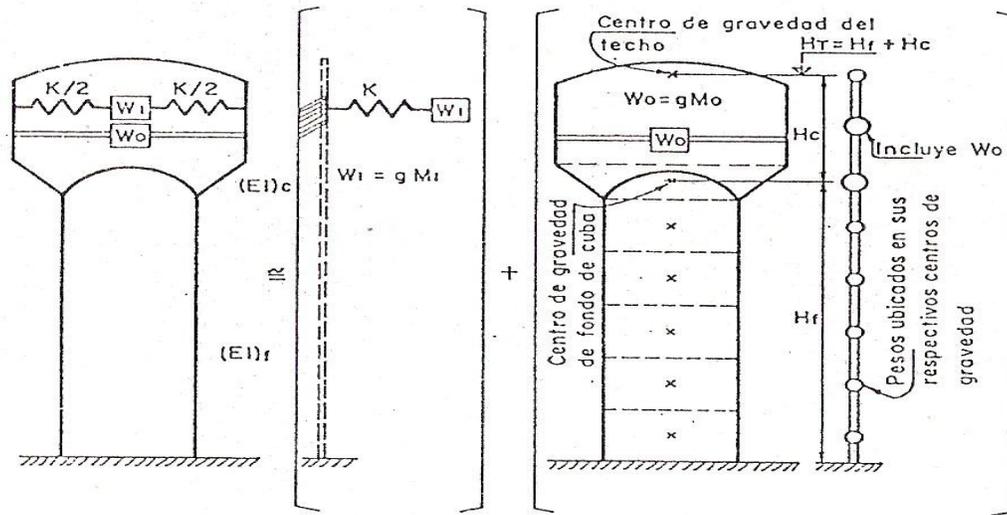
#### **7.5.4. Comparación de Resultados**

El método propuesto del Ing. Julio Rivera Feijoo presenta valores más bajos, seguido por el método del reglamento con valores más conservadores.

Para el diseño se utilizarán los valores obtenidos por el método del reglamento análisis para 10 masas considerando que para esta cantidad de masas se obtiene el mayor valor del cortante en la base.

A continuación se presenta un gráfico detallando el comportamiento estructural del reservorio y las variables a tomar en cuenta para su desarrollo. También podemos observar unas tablas o ábacos los cuales nos dan una solución alternativa al desarrollo de la modelación, para ser usado el Método Mecánico Equivalente.

**SOLUCION APROXIMADA – COMPORTAMIENTO RESERVORIO**



MODELO DE LA ESTRUCTURA Y EL AGUA MOVIL

EFFECTO DE MASA MOVIL DEL AGUA

EFFECTO DE LA ESTRUCTURA

**\*\* RESERVORIO CIRCULAR \*\***

(H/D < 0.75)

H/D	Xo/Xf	M1/Mf	Mo/M	H1/H	Tz/H	8K1/Xf
0.025	0.029	0.707	0.375	0.500	20.119	0.007
0.050	0.059	0.701	0.375	0.501	10.102	0.028
0.075	0.087	0.692	0.375	0.503	6.781	0.061
0.100	0.115	0.679	0.375	0.506	5.134	0.104
0.125	0.144	0.663	0.375	0.509	4.155	0.155
0.150	0.173	0.645	0.375	0.512	3.511	0.211
0.175	0.202	0.625	0.375	0.517	3.057	0.269
0.200	0.231	0.604	0.375	0.521	2.721	0.328
0.225	0.260	0.582	0.375	0.527	2.464	0.386
0.250	0.288	0.560	0.375	0.532	2.261	0.441
0.275	0.316	0.537	0.375	0.539	2.098	0.491
0.300	0.344	0.515	0.375	0.545	1.964	0.538
0.325	0.372	0.494	0.375	0.552	1.852	0.580
0.350	0.398	0.473	0.375	0.559	1.757	0.617
0.375	0.425	0.453	0.375	0.567	1.676	0.649
0.400	0.450	0.434	0.375	0.574	1.605	0.678
0.425	0.474	0.416	0.375	0.582	1.543	0.702
0.450	0.498	0.399	0.375	0.590	1.489	0.721
0.475	0.521	0.382	0.375	0.597	1.440	0.742
0.500	0.542	0.367	0.375	0.605	1.397	0.757
0.525	0.561	0.352	0.375	0.613	1.357	0.770
0.550	0.583	0.339	0.375	0.621	1.321	0.781
0.575	0.602	0.326	0.375	0.629	1.288	0.790
0.600	0.620	0.314	0.375	0.637	1.258	0.798
0.625	0.637	0.303	0.375	0.644	1.230	0.805
0.650	0.653	0.292	0.375	0.652	1.204	0.810
0.675	0.668	0.282	0.375	0.659	1.180	0.815
0.700	0.683	0.272	0.375	0.666	1.157	0.818
0.725	0.696	0.264	0.375	0.674	1.134	0.822
0.750	0.710	0.255	0.375	0.680	1.116	0.824

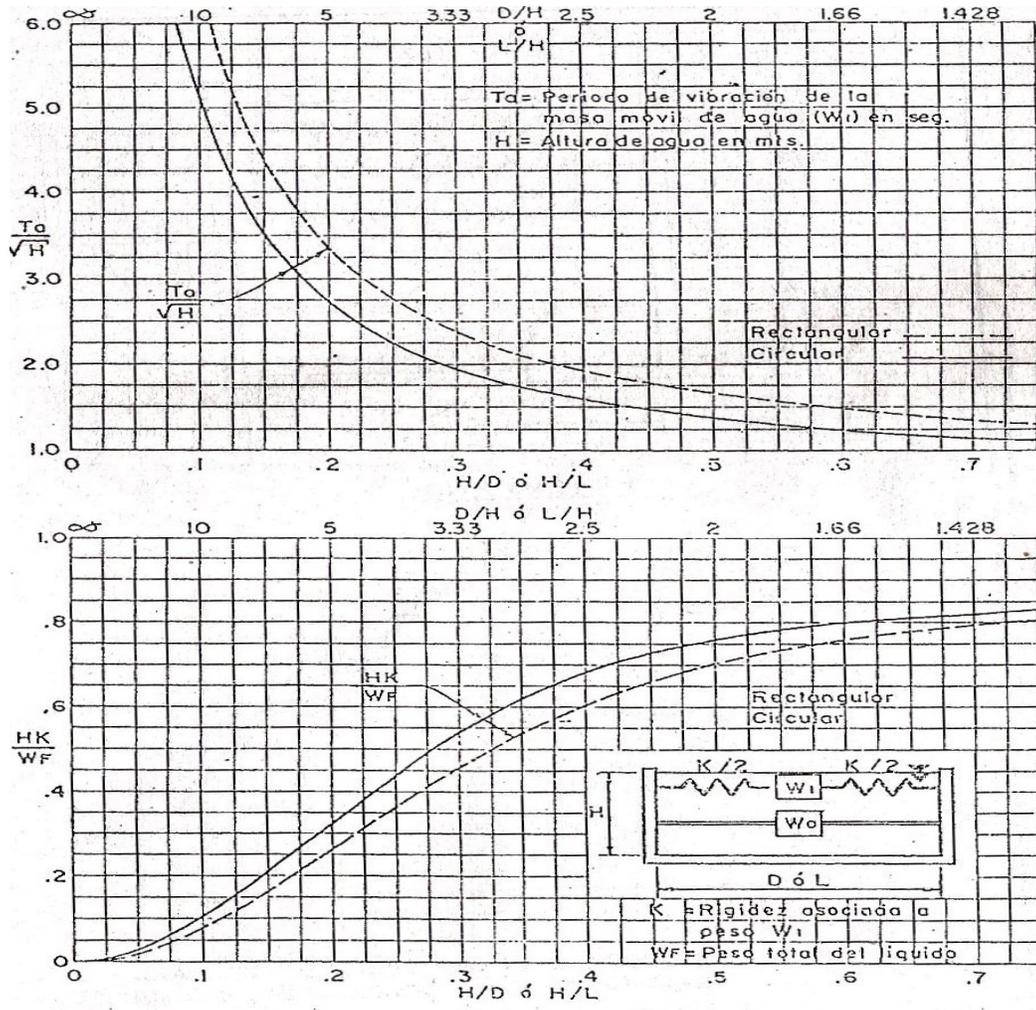


FIG. A-4 SISTEMA MECANICO EQUIVALENTE SIMPLIFICADO PARA RECVORIOS CIRCULARES Y RECTANGULARES  $H/L$  ó  $H/D \leq 0.75$

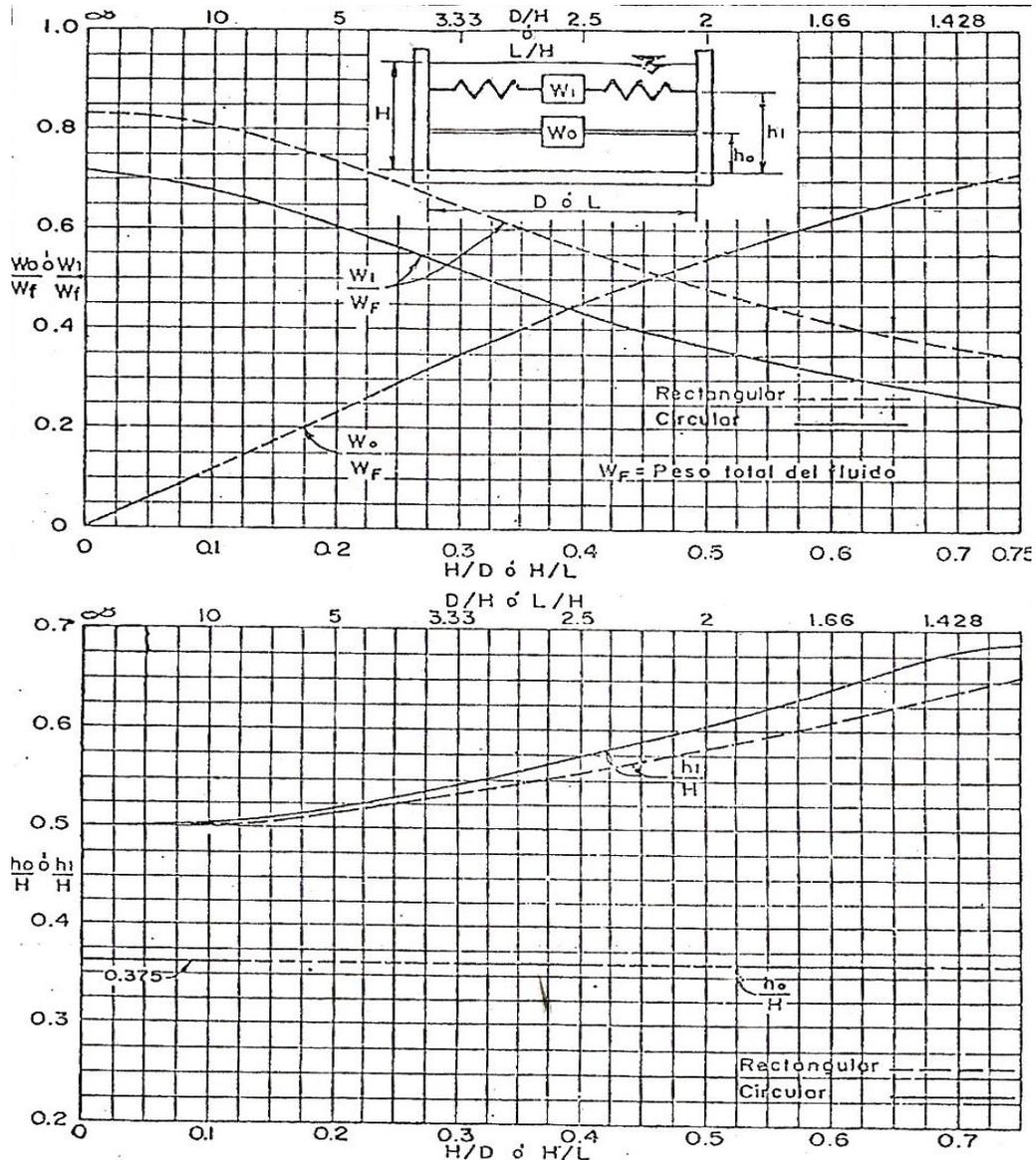


FIG.A-3 SISTEMA MECANICO EQUIVALENTE SIMPLIFICADO PARA RESERVORIOS CIRCULARES Y RECTANGULARES  $H/L$  ó  $H/D \leq 0.75$

## CAPITULO VIII: DISEÑO DE ELEMENTOS

### 8.1. Generalidades.

El diseño de los elementos de la estructura los basaremos en la teoría de membrana de revolución, determinando los esfuerzos NI y NII meridionales y anuales respectivamente que son muy aplicados en este tipo de estructuras.

Estos esfuerzos calculados por la teoría de membrana se aproximan bastante a los esfuerzos reales, salvo en las proximidades de los bordes cuando las reacciones de los apoyos no son tangentes al meridiano.

Se presenta un breve resumen sobre la teoría de membrana de superficies de revolución cargadas simétricamente desarrollándose para el elemento, los esfuerzos producidos de acuerdo a las condiciones de carga en su apartado correspondiente, así como de la teoría de flexión en las proximidades de los bordes para superficies esféricas, cónicas y cilíndricas presentándose un estudio más detallado en el anexo a de la presente tesis.

#### 8.1.1 Teoría de membrana de revolución.

##### Hipótesis

- Las cargas sobre la membrana poseen simetría rotatoria.
- Para cargas con simetría rotatoria, no existirán esfuerzos de membrana tangenciales (por simetría)
- Los esfuerzos normales son los esfuerzos principales.
- Se considera una membrana de rotación cuya superficie media tiene el eje vertical.
- Las reacciones sobre el paralelo de apoyo se consideran tangentes a la superficie media.

Sean:

$r_1, r_2$  = Radios de curvaturas principales en un punto

$01^a = r_1$  = Radio correspondiente a la sección meridiana.

$02^a = r_2$  = Radio correspondiente a la sección normal, perpendicular a la meridiana.

MNPO = Elemento de superficie determinado por dos arcos de meridiano y otros dos de paralelo.

NI, NII = Esfuerzos principales normales a los bordes de MNPO.

Z1 = Componente según la normal de las fuerzas unitarias exteriores.

$ds_1, ds_2$  = Longitudes de arco elementales de MNPO

$d\phi_1, d\phi_2$  = Los correspondientes ángulos en el centro.

De la figura:

$$ds_1 = r_1 \cdot d\phi_1$$

$$ds_2 = r_2 \cdot d\phi_2$$

Proyectando todos los esfuerzos que obran en el elemento MNPO, sobre la normal a dicho elemento, se obtiene la ecuación de equilibrio.

$$Z_1 \cdot ds_1 \cdot ds_2 + Z_{NI} \cdot ds_2 \cdot \text{sen}(d\phi_1/2) + Z_{NII} \cdot ds_1 \cdot \text{sen}(d\phi_2/2) = 0$$

Sustituyendo infinitésimos equivalentes:

$$NI/r_1 + NII/r_2 + Z_1 = 0 \quad (i)$$

#### 8.1.1.1 Esfuerzo meridiano NI.

Estableciendo equilibrio de todos los esfuerzos que obran sobre el casquete VRS y designando por O a la componente según el eje de la superficie de revolución, de las fuerzas exteriores que obran sobre dicho casquete, se tiene:

$$NI \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot \text{sen}^2 \phi + p = 0$$

De donde

$$NI = -P/(2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot \text{sen}^2 \phi) \quad (ii)$$

Siendo: NI ( + ) TRACCIÓN

NI ( - ) COMPRESIÓN

### 8.1.1.2 Esfuerzo anular NII.

Despejando NII de i se tiene

$$NII = -r_2/r_1 \cdot NI - Z_1 \cdot r_2$$

De donde, reemplazando NI se tiene:

$$NI = P / (2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot \text{sen}^2 \phi) - r_2 - Z_1 \quad (\text{iii})$$

Siendo:

$$NI (+) \text{ TRACCIÓN}$$

$$NI (-) \text{ COMPRESIÓN}$$

### 8.1.2 Esfuerzos de flexión en superficies de revolución.

De la fig. se establecen 3 ecuaciones de equilibrio.

$$d(NI \cdot r_0) / d\Phi - NII \cdot r_1 \cdot \cos \Phi - r_0 \cdot Q\phi + y \cdot r_1 \cdot r_0 = 0$$

$$NI \cdot r_0 + NII \cdot r_1 \cdot \text{sen} \phi + d(Q\phi \cdot r_0) / d\phi + z \cdot r_1 \cdot r_0 = 0$$

$$d(MI \cdot r_0) / d\phi - MII \cdot r_1 \cdot \cos \phi - Q \cdot r_1 - Q \cdot r_1 \cdot r_0 = 0$$

Donde:

$$MI = M\phi$$

$$MII = M\phi$$

Estas 3 ecuaciones con 5 incógnitas las reducimos a 3, expresando NI, NII, MI y MII en función de los desplazamiento v (tangencial al meridiano) y w (normal a la superficie media), mediante la ley de Hooke y la teoría elemental de flexión de placas, obteniéndose:

$$NI = D \cdot [1/r_1 \cdot (dv/d\phi - w) + \mu/r_2 \cdot (v \cdot \text{ctg} \phi - w)]$$

$$NII = D \cdot [1/r_2 \cdot (dv/d\phi - w) + \mu/r_1 \cdot (dv/d\phi - w)]$$

$$MI = B \cdot [1/r_1 \cdot d(v/r_1 + dw/(r_1 \cdot d\phi)) / d\phi + \mu/r_2 \cdot (v/r_1 + dw/(r_1 \cdot d\phi)) \cdot \text{ctg} \phi]$$

$$MII = -B \cdot \{ (v/r_1 + dw/(r_1 \cdot d\phi)) \cdot \text{ctg} \phi / r_2 + \mu/r_1 \cdot d(v/r_1 + dw/(r_1 \cdot d\phi)) / d\phi \}$$

Donde:

$$D = E \cdot h / (1 - \mu^2) \quad = \text{módulo de rigidez axial}$$

$$B = E \cdot h^3 / (12(1 - \mu^2)) \quad = \text{módulo de rigidez flexionante.}$$

Siendo:

$E$  = Módulo de Young

$\mu$  = Módulo de Poisson

$h$  = espesor de cáscara.

Reemplazando los valores obtenidos para NI, NII, MI, MII se obtiene 3 ecuaciones con 3 incógnitas  $v$ ,  $w$  y  $Q\phi$  que se pueden reducir a 2, despejando de la tercera ecuación el valor de  $Q\phi$ .

Las ecuaciones de equilibrio se reducen a ecuaciones diferenciales de 2º orden y su estudio se detalla en el anexo A.

## 8.2 Diseño de Linterna de Iluminación.

El diseño de la linterna de iluminación comprende el diseño del techo plano, columnas y viga circular sobre la que se apoyan las columnas, para cada caso se hará análisis de las formulas a emplearse.

### 8.2.1 Diseño de techo Plano.

Se considera un techo circular plano de 2.50 m. De diámetro, se realizará el análisis empleado las formulas de diseño por rotura y considerando a la losa produciendo en el centro de luz.

#### 8.2.1.1 Consideraciones de diseño

El momento actuante está dado por:

$$M = k \cdot 0.9 \cdot f'c \cdot b \cdot d^2$$

De donde:

$$K = M / (0.9 \cdot f'c \cdot b \cdot d^2) \quad (I)$$

Siendo:

$f'c$  = resistencia del concreto a los 28 días.

$F_y$  = Resistencia de fluencia del acero.

$b$  = ancho unitario

$d$  =  $t$  – recubrimiento

$t$  = espesor de losa.

Recubr. = 2 cm (7.9.1.c de R.N.E. – E060-89)

$$w = (1 - \sqrt{1 - 2.36.k}) / 1.18 \quad (II)$$

Sea  $r$  la cuantía, luego:

$$r = w.f'c/F_y$$

Siendo:

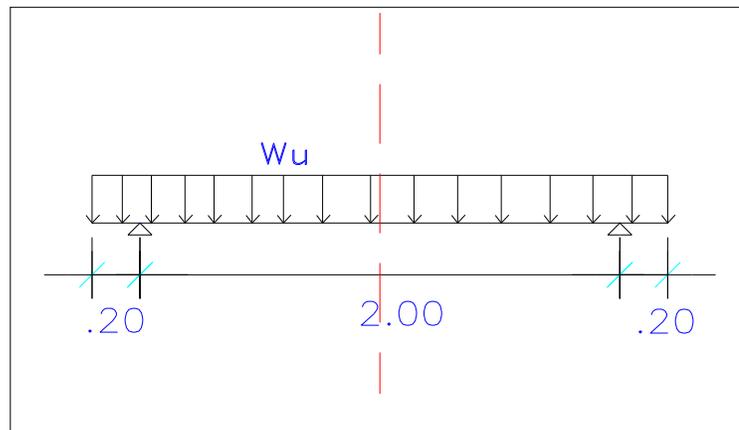
$$r > r_{min}$$

$r_{min} = 0.0025$  (para losas con barras lisas 7.10.2. N.T.E)

La sección de acero será

$$A_s = r.b.d.$$

### 8.2.1.2 Cálculos



**DISEÑO DE LA LINTERNA DE ILUMINACION**

a) Espesor de techo (asumido)		0.08	m
Espesor de losa (t):			
$t=Luz/20$	Luz=	2.0	
t(m)=	0.1		m
b) Metrado de techo			
	Wd	192	kg/m
	Wi	100	kg/m
	<b>WT</b>	<b>292</b>	<b>kg/m</b>

c) Momentos Flectores

Luz	2.0	m
Volado	0.2	m
Ltotal	2.4	m
F A	350.4	Kg/m
MA = MB (-)	-5.84	Kg-m
MC	578.16	kg-m

d) Diseño

Peralte Efect d	6.0	cm
b	100	cm
f'c	245	kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
K	0.00072834	
W	0.00072866	
P	4.2505E-05	
P < Pmin	Se usa Pmin	
Asmin	2.0	cm <sup>2</sup>
Usaremos varillas en forma radial		
<b>Φ</b>	<b>3/8"</b>	<b>@ 0.3</b>

Por reglamento separacion minima es: 45 cm o 3\*t

Por lo tanto usaremos varilla 1/4" @0.30 de forma circular

La losa que hemos diseñado se encuentra apoyado por 8 columnas distribuidas simétricamente en la circunferencia de 2.0 m de radio.

Diametro (m)= 2.0

### 8.2.2 Diseño de columna

Se dispondrá de 8 columnas distribuidas simétricamente en la circunferencia de 2.15 m., de diámetro, las cuales se diseñaran considerando la resistencia de elementos a compresión de la R.N.E. E 060.

#### 8.2.2.1 Consideraciones de diseño

La norma técnica de edificaciones R.N.E. E 060, en su apartado 12.3.2. establece que para elementos estribados sometidos a compresión, la resistencia de diseño  $P_o$  no debe ser mayor que:

$$P_c = 0.80 * (0.85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * F_y) \text{ carga de colapso}$$

Siendo:

$A_g$  = Area geométrica

$A_s$  = Area de acero

$$O = 0.70$$

La sección de acero mínima  $A_{smin}$  según 12.6.1 de la R.N.E. E.-060 referente al área de refuerzo longitudinal para elementos sujetos a compresión es:

$$A_{smin} = r_{min} * b * d \quad \text{donde}$$

$$R_{min} = 0.01$$

Siendo  $P_o$  la carga sobre cada columna se debe cumplir que:

$$P_c > P_o$$

#### 8.2.2.2 Cálculos

##### a) Peso del Techo

$W_d$	603.1872 Kg
$W_1$	471.24 Kg
$P_t$	1074.4272 Kg

##### Carga actuante sobre

##### b) columna $P_o$

La columna está sometida a compresión.

La resistencia de colapso del concreto no debe ser mayor que:



Apoyamos las columnas sobre un anillo circular en la cobertura en cúpula esférica, el mismo que deberá trabajar a compresión, debiendo cumplirse las condiciones para elementos a compresión de la R.N.E.

### 8.2.3.1 Consideraciones de diseño

En el paralelo AB del borde superior, el peso unitario AC de la linterna de peso total Q, se descompone en las fuerzas AD y AE, la primera correspondiente al esfuerzo de membrana tangente al meridiano, y la segunda debe observarse mediante un anillo de concreto armado:

$$AC = Q / (2 \cdot \pi \cdot R \cdot \text{sen} \phi)$$

$$AD = \text{NI} \cdot Q / (2 \cdot \pi \cdot R \cdot \text{sen}^2 \phi)$$

$$AE = Q \cdot \text{ctg} \phi / (2 \pi \cdot R \cdot \text{sen} \phi)$$

El anillo de concreto estará trabajando a un esfuerzo de compresión  $C_a$ , que se determina mediante formula.

$$C_a = Q \cdot \text{ctg} \phi / (2 \cdot \pi) \text{ (compresión)}$$

Debiendo cumplir que:

$$C_a < P_c$$

Donde, al igual que en 4.2.2.1.

$$P_c = \phi \cdot 0.80 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_s) + A_s \cdot F_y)$$

$P_c$  = resistencia de diseño de elementos a compresión

### 8.2.3.2 Cálculos

#### a) Peso de la Linterna Q

Apoyamos las columnas sobre un anillo circular en la cobertura en cúpula esférica el mismo que trabajara a compresión

Si desconponemos la fuerza FAE en FAD y FAC, la primera corresponde al esfuerzo tangente al meridiano y la segunda debe absolverse mediante un

anillo de concreto armado

Del grafico

$$FAC = Q / (2 \cdot \pi \cdot R \cdot \text{sen}(\phi))$$

$$FAD=NI= Q/(2*\pi*R*\text{seno}^2(\theta))$$

$$FAE= Q*\text{cotg}(\theta)/(2*\pi*R*\text{seno}(\theta))$$

El anillo de concreto estará trabajando a un esfuerzo de compresión

Ca:

Del grafico

$$R*\text{seno}(\theta)=1.0$$

$$Ca= Q*\text{cotg}(\theta)/(2*\pi) \dots\dots\dots(l)$$

Debiendo cumplirse que  $Ca < Pc$

$$Pc= (f_i)*0.80*[0.85*F_c*(Ag-As)+As*F_y]$$

Pc= Resistencia de diseño de elementos a compresión.

Hallamos Q.

$$Q = Pt + P_{columnas}$$

Pt	1074.43 Kg.
Pc	172.8 Kg.
Q	1247.23 Kg.

<b>b) <math>\Phi</math> rad</b>	0.10
$\Phi_o$	5.65

**c) Carga de Compresión**

Ca	2004.85 Kg.
----	-------------

**d) Carga de Colapso Pc**

La resistencia de colapso del concreto no debe ser mayor que:

$$Pc= (f_i)*0.80*[0.85*F_c*(Ag-As)+As*F_y]$$

Donde:

$f_i = 0.70$  para columnas con estribos cerrados

Ag = área geométrica

As= área de acero calculado

Cuantía mínima en columnas es 0.01

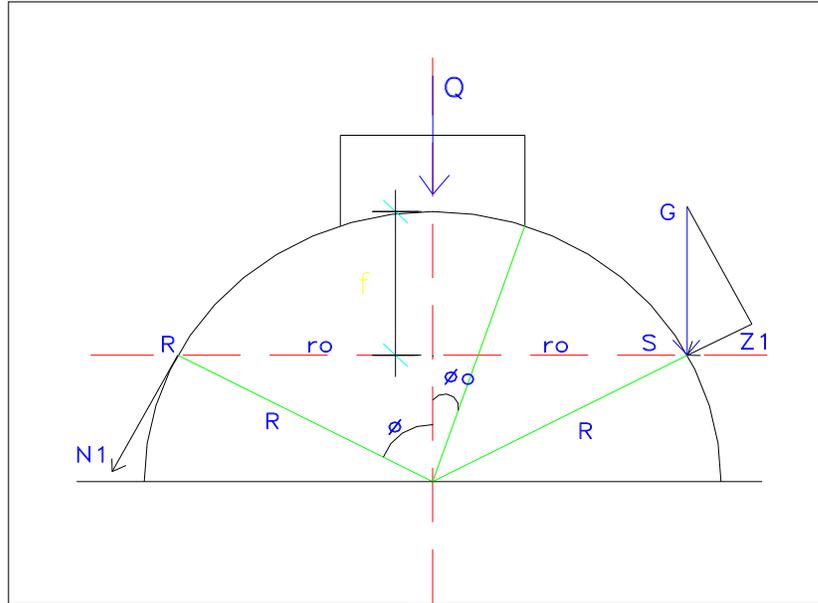
Ag	400 cm <sup>2</sup>
Asmin	4.0 cm <sup>2</sup>
Pc	52996.48
seccion =	0.2      0.2
Ca < Pc	OK!!

<b>4 <math>\Phi</math></b>	<b>1/2"</b>	<b>; D</b>	<b><math>\Phi</math> 1/4</b>	<b>@</b>	<b>0.2</b>
----------------------------	-------------	------------	------------------------------	----------	------------

e) **Peso**

W anillo soporte	0.60 Tn
------------------	---------

**8.3 Diseño De Cobertura en Cúpula Esférica**



Para el de la cobertura se analizara (aplicando la teoría de membrana), los esfuerzos que se producen en la cúpula por peso propio y con la carga de la linterna de iluminación, así como los efectos de flexión producidos en el apoyo.

**8.3.1 Cúpula esférica sometida a peso propio.**

Sea:

$g$  = Peso propio de la cúpula por unidad de superficie

$p$  = Peso total del casquete

$R$  = Radio de curvatura de la cúpula.

$f$  = Fecha de cúpula.

Luego:

$$P = 2\pi \cdot R \cdot f \cdot g = 2\pi \cdot R^2 \cdot (1 - \cos \phi) \cdot g$$

Estableciendo de todas las fuerzas verticales se tiene:

$$N1 \cdot 2\pi \cdot R \cdot \text{sen}^2 \phi + 2\pi \cdot R^2 \cdot (1 - \cos \phi) \cdot g = 0$$

De donde:

$$NI = -(1 - \cos \phi) \cdot R \cdot g / \operatorname{sen}^2 \phi$$

$$NI = -R \cdot g / (1 + \cos \phi) \quad (I)$$

El esfuerzo normal NII, perpendicular al meridiano, se obtiene de la relación:

$$NI/R + NII/R + ZI = 0$$

Donde:

$$ZI = g \cdot \cos \phi$$

Reemplazando se obtiene:

$$NI = -R \cdot g \cdot \cos \phi + R \cdot g / (1 + \cos \phi)$$

$$NII = R \cdot g \cdot (1 - \cos \phi - \cos^2 \phi) / (1 + \cos \phi) \quad (II)$$

Los esfuerzos NI y NII se muestran en el siguiente gráfico.

Haciendo NII = 0 hallamos el punto donde se produce el cambio de signo, luego:

$$\cos^2 \phi + \cos \phi - 1 = 0$$

$$\text{De donde: } \phi = 51.50$$

Luego podemos concluir que para  $\phi = 51.50$  los esfuerzos anulares NII cambian de signo.

A continuación analizaremos que sucede en el punto de cambio de signo; de la fig.

Sea H la suma de todos los empujes horizontales hacia el exterior que actúan sobre el paralelo de radio a, este empuje será, por unidad de longitud:

$$H = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot NI \cdot \cos \phi \cdot \operatorname{sen} \phi$$

El valor máximo de H se obtiene haciendo  $h = 0$  ó sea:

$$d[2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot g \cdot \cos \phi \cdot \operatorname{sen} \phi / (1 + \cos \phi)] / d\phi = 0$$

De donde:

$$\cos^2 \phi + \cos \phi - 1 = 0$$

$$\text{Obteniéndose: } \phi = 51.50$$

Según esto el paralelo de tensión nula ( $\phi = 51.50$ ) debe ser considerado como una zona peligrosa, ya que el empuje horizontal es máximo en esa zona.

### 8.3.2 Cúpula esférica con linterna sometida al peso propio.

Sea:

$g$  = peso de la cúpula por unidad de superficie.

$Q$  = Peso total de la linterna.

El peso  $O$  correspondiente al casquete VRS es:

$$P = 2.\pi.R^2.(1 - \cos \phi).g - 2.\pi.R^2.(1 - \cos \phi_0).g + Q$$

$$P = 2.\pi.R^2.(\cos \phi_0 - \cos \phi) + Q$$

Estableciendo el equilibrio de todos los esfuerzos verticales que actúan sobre el casquete VRS se tiene NI.  $2.\pi.R.\text{sen}^2 \phi + P = 0$

De donde

$$NI = -R.g.(\cos \phi_0) / \text{sen}^2 \phi - Q / (2.\pi.R.\text{sen}^2 \phi) \quad (I)$$

El esfuerzo NII perpendicular al meridiano se obtiene de la relación:

$$NI/R + NII/R + Z1 = 0$$

Teniendo En cuenta que:

$$Z1 = g. \cos \phi$$

Reemplazando se tiene

$$NII = R.g. ((\cos \phi_0 - \cos \phi) / \text{sen}^2 \phi \cos \phi) + Q / (2.\pi.R.\text{sen}^2 \phi) \quad (II)$$

Los esfuerzos NI y NII son siempre de compresión

### 8.3.3 Esfuerzos de flexión en cúpula esférica

Los esfuerzos de flexión en el borde obtenido para cobertura en cúpula esférica detallado en el anexo A son:

$$Q\Phi = C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\beta + r)$$

$$NI = -ctg(\alpha - \beta).C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\beta + r)$$

$$NII = -\Phi.\sqrt{2}.C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\beta + r - \pi/4)$$

$$MI = a / (\Phi.\sqrt{2}).C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\beta + r - \pi/4)$$

$$MI = a.\mu / (\Phi.\sqrt{2}).C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\phi + r + \pi/4)$$

El ángulo de giro de la tangente al meridiano es:

$$V = -2\Phi^2 / (E.h).C.e^{-\Phi\phi} \cos(\Phi\phi + r)$$

El desplazamiento horizontal está dado por:

$$\delta = -a / (E.h) \cdot \text{sen}(\alpha - \beta) \cdot \Phi \cdot \sqrt{2} \cdot C \cdot e^{-\Phi\phi} \cdot \text{sen}\left(\Phi\phi + r - \frac{\pi}{4}\right)$$

Siendo

$$\Phi^4 = 3 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (a / h)^2$$

$$\beta = \alpha - \Phi$$

Donde:

$\mu$  = módulo de poisson.

$a$  = radio de curvatura = R

$h$  = espesor de cáscara

$\alpha$  = ángulo en el apoyo.

$C$  y  $r$  = constantes a determinar

Los valores de  $C$  y  $r$  se determinan para las condiciones de borde, presentándose

2 casos:

Caso A: Momento  $M\alpha$  en el borde:

$$C = 2 \cdot \Phi \cdot M\alpha / a \quad ; r = 0$$

De donde:

$$V = -4 \cdot \Phi^3 \cdot M\alpha / (E \cdot a \cdot h)$$

$$\beta = 0$$

$$\delta = 2 \cdot \Phi^2 \cdot \text{sen}\alpha \cdot M\alpha / (E \cdot a \cdot h)$$

$$\beta = 0$$

Caso B: Fuerza horizontal "H" en el borde:

De donde

$$V = 2 \cdot \Phi^2 \cdot \text{sen}\alpha \cdot H / (E \cdot h)$$

$$\beta = 0$$

$$\delta_{\beta=0} = -2 \cdot a \cdot \Phi \cdot \text{sen}^2\alpha \cdot H / (E \cdot h)$$

$$\beta = 0$$

Debido al anillo en el borde. Se debe cumplir que tanto los giros como los desplazamientos del anillo se deben equilibrar con los del borde de la cobertura debiendo cumplirse que:

$$V_0 + V = V_2$$

$$\delta_0 + \delta = \delta_1 + \delta_2 + V_2.e$$

Siendo:

$\delta_0$  = desplazamiento horizontal producido por los esfuerzos de membrana, en el de la cobertura.

$$\delta_0 = a \cdot \text{sen } \alpha \cdot (N_{II} - \mu n_i) / (E \cdot h)$$

$\delta$  = desplazamiento horizontal producido por los momentos  $M_\alpha$  y fuerzas H, en el borde de la cobertura.

$$\delta = 2 \cdot \Phi^2 \cdot \text{sen } \alpha \cdot M_\alpha / (E \cdot h) - 2 \cdot a \cdot \Phi \cdot \text{sen}^2 \alpha \cdot H / (E \cdot h)$$

$\delta_1$  = Desplazamiento en el anillo producido por una fuerza horizontal  $H_0$  debido a los esfuerzos de membrana.

$$\delta_1 = H_0 (a \cdot \text{sen } \alpha)^2 / (E \cdot b \cdot d)$$

Siendo

$$H_0 = -\cos \alpha \cdot (N_I) \alpha$$

b = ancho de anillo

d = altura de anillo

$\delta_2$  = desplazamiento en el anillo producido por la fuerza horizontal H aplicada en el borde.

$$\delta_2 = H \cdot (a \cdot \text{sen } \alpha)^2 / (E \cdot b \cdot d)$$

$V_0$  = giro en el borde producido por los esfuerzos de membrana.

$$V_0 = [\text{ctg } \Phi (1 + \mu)] - (N_I - N_{II}) - d(N_{II} - \mu N_I) / d \Phi (E \cdot h) \quad \Phi = \alpha$$

V = giro en el borde producido por los momentos  $M_\alpha$  Y fuerzas H.

$$V = -4 \cdot \Phi^3 \cdot M_\alpha (E \cdot h \cdot a) + 2 \cdot \Phi^2 \cdot \text{sen } \alpha \cdot H / (E \cdot h)$$

$V_2$ . giro en la sección transversal del anillo, producidos por los momentos  $M_\alpha$  y fuerzas F.

$$V_2 = 12 \cdot (a \cdot \text{sen } \alpha)^2 \cdot (M_\alpha + H \cdot e) / (E \cdot b \cdot d^2)$$

Siendo:

$$e \approx d/2$$

Resolviendo las 2 ecuaciones de equilibrio determinamos  $M\alpha$  y H con lo que hallamos el valor de C y por consiguiente los valores de MI y MII en cada caso.

#### 8.3.4 Consideraciones de diseño.

##### a) Espesor H de cobertura

Para estimar el espesor “h” de la cobertura, la referencia (6) nos da los siguientes valores que tomaremos en consideración:

$$h \geq R/500 \quad \text{y} \quad h \geq 6\text{cm}$$

Siendo:

R = Radio de curvatura de la cúpula.

La referencia (6) recomienda un solo emparrillado en la mitad del espesor de la cúpula y para espesores mayores de 10.00 cm. Recomienda el uso de emparrillado doble.

##### b) Armadura meridional

Como NI es siempre de compresión, solo es necesaria una armadura mínima constructiva en los meridianos, con una separación entre barras no mayores de 20 cm. y que será (según 19.40 de R.N.E. – E060-89):

$$As_{min} = 0.0020.b.h. \quad (\text{acero corrugado})$$

$$As_{min} = 0.0025.b.h \quad (\text{acero liso})$$

Siendo:

b= ancho unitario = 100 cm.

h= espesor de losa.

debiendo verificarse la compresión del concreto, es decir:

$$\sigma_c < \sigma_{ct}$$

donde:

$$\sigma_c = NI/h$$

siendo:

$\sigma_c$  = Esfuerzo a tracción del concreto.

$\sigma_{ct}$  = máximo esfuerzo a tracción del concreto.

$$\sigma_{ct} = 0.08 \cdot f_c$$

**c) Armadura anular**

La armadura según los paralelos se completara con barras de menor o igual diámetro que el de los meridianos y una separación mayor que varía entre 15 cm. y 25 cm.

en zonas donde NII sea de tracción la armadura necesaria estará por:

$$A_s = NII / \sigma_{at}$$

Donde:

$$\sigma_{at} \leq f_y / 2 \leq 2,100 \text{ kg/cm}^2 \text{ ( R.N.E. - E.030 (AÑO 2003) TIT VIII CAP x 1003)}$$

**d) Verificación por flexión**

se hará una verificación para el estado elástico no agrietado considerando la tensión de tracción a reflexión  $f_c$ .

$$f_c < f_{ct}$$

Siendo:

$$f_c = M \cdot y / I$$

Donde:

M = momento máximo de flexión.

Y = distancia más alejada del eje neutro.

I = momento de inercia.

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \pm b \cdot h \cdot (y_{nc} - y_{ns})^2$$

$Y_{nc}$  = distancia del eje neutro.

$$Y_{nc} = (A_c \cdot Y_c + A_s \cdot y_s) / (A_c + A_s)$$

B = ancho de sección (1mt.).

H = espesor de cáscara.

$$f_{ct} = 0.08 \cdot f_c \text{ kg/cm}^2$$

### e) Ensanche de cobertura

Las deformaciones del borde de la cúpula debidas a los esfuerzos de membrana, en general son incompatibles con los alargamientos del anillo, por lo que dan lugar a esfuerzos de flexión que tomaremos en cuenta las cúpulas de dimensiones importantes; no obstante siempre es conveniente engrosar un poco el espesor de la cúpula en las proximidades de sus bordes.

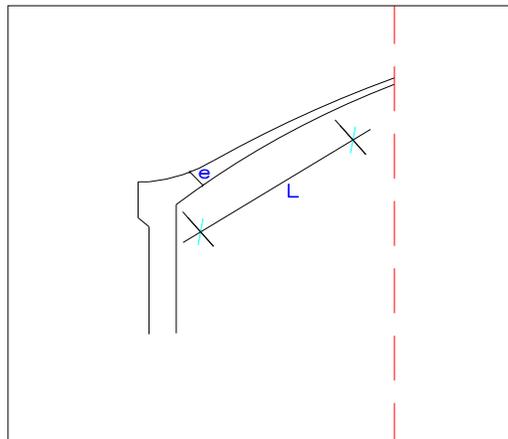
La longitud de ensanche se puede determinar en función del espesor 'h' de la cúpula mediante la siguiente expresión tomada de la referencia (6) :

$$L = 16.h$$

Así mismo el ensanche recomendado es:

$$e = 1,5.h \text{ a } 2,0.h.$$

### 8.3.5 Cálculos



Estableciendo el equilibrio de todos los esfuerzos que actúan sobre el casquete

$$N_I^2 \cdot 3.1416 \cdot R \cdot \text{seno}(\theta)^2 + P = 0$$

De donde:

$$N_I = -R \cdot G \cdot (\text{coseno}(\theta) - \text{seno}(\theta)) / (\text{seno}(\theta)^2) - Q / (2 \cdot 3.1416 \cdot R \cdot \text{seno}(\theta)^2)$$

El esfuerzo  $N_{II}$  perpendicular al meridiano se obtiene de:

$$N_I/R + N_{II}/R + Z_1 = 0$$

Donde  $Z1 = G \cdot \cos(\theta)$   
 Reemplazando se obtiene:

$$NII = R \cdot G \cdot (\cos(\theta) - \sin(\theta)) / (\sin(\theta)^2 - \cos(\theta)) + Q / (2 \cdot 3.1416 \cdot R \cdot \sin(\theta)^2)$$

Los esfuerzos NI y NII son siempre de compresión.

Haciendo  $NII=0$  hallamos el punto donde se produce el cambio de signo:  
 $\cos(\theta)^2 + \cos(\theta) - 1 = 0$   
 de donde  $\theta = 51^\circ 50'$

Luego podemos concluir que para  $\theta = 51^\circ 50'$  los esfuerzos anulares NII cambian de signo y el empuje horizontal en ese punto es máxima.

**a) Espesor de la cascara**

R	10.15 m.
hmin	2.03 cm.
h > 6	6.00 cm.
h asumido	8.00 cm.

**b) Angulo de Abertura  $\Phi$**

a	6.09 m.
R	10.15 m.
$\Phi$ rad	0.64 rad
$\Phi$ °	36.87 °

$\Phi < 51^\circ 51'$  Si Cumple

**c) Metrado de Cargas**

Wd	240 kg/m <sup>2</sup>
S/C	100 kg/m <sup>2</sup>
g	340 kg/m <sup>2</sup>

**d) Esfuerzos**

R	10.15 m.	c1	-3450.764
$\Phi$ rad	0.09868902 rad	c2	28.148
$\Phi$	36.87 °		
g	340 Kg/m <sup>2</sup>		
Q	1.25 Tn		
	1.795		

Con estos valores se halla los esfuerzos de membrana NI y NII.

$\Phi$	$\Phi_{rad}$	NI	NII
5.65	0.099	-2899	-534
7	0.122	-2497	-929
8	0.140	-2320	-1097
9	0.157	-2200	-1208
10	0.175	-2115	-1283
11	0.192	-2053	-1334
12	0.209	-2007	-1368
13	0.227	-1972	-1390
14	0.244	-1945	-1403
15	0.262	-1925	-1408
16	0.279	-1909	-1408
17	0.297	-1897	-1403
18	0.314	-1888	-1394
19	0.332	-1881	-1382
20	0.349	-1876	-1367
21	0.367	-1873	-1348
22	0.384	-1872	-1328
23	0.401	-1871	-1305
24	0.419	-1872	-1280
25	0.436	-1874	-1254
26	0.454	-1876	-1225
27	0.471	-1880	-1195
28	0.489	-1884	-1163
29	0.506	-1889	-1129
30	0.524	-1895	-1094
31	0.541	-1901	-1057
32	0.559	-1908	-1019
33	0.576	-1915	-979
34	0.593	-1923	-938
35	0.611	-1931	-895
36	0.628	-1940	-851
36.87	0.644	-1949	-812

NI min	-1871
NII max	-1408

e) **Diseño**

e-1) **Por Membrana**

$f'c$	245 kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{ct}$	19.6 kg/cm <sup>2</sup>
NI	-2899 Kg/m
h	8 cm
$\sigma_c$	3.62 Kg/cm <sup>2</sup>

$\sigma_c < \sigma_{ct}$  Si cumple

Consideramos Armadura mínima:

As min                    1.6 cm<sup>2</sup>  
 Usamos     $\Phi$  3/8 @ 0.40 +  $\Phi$  1/4 @ 0.40  
 As                         2.3 cm<sup>2</sup>

**e-2) Por Flexión**

MI                         7700 Kg - cm  
 Es                         2100000 kg/cm<sup>2</sup>  
 Ec                         234787.14 kg/cm<sup>2</sup>  
 n                         9  
 (n-1).As                18.3 cm<sup>2</sup>  
 Yen                       4.0 cm  
 I                           4266.7 cm<sup>4</sup>

fc                         7.21875  
 fc < fct                Si Cumple

**f) Ensanche de Cobertura**

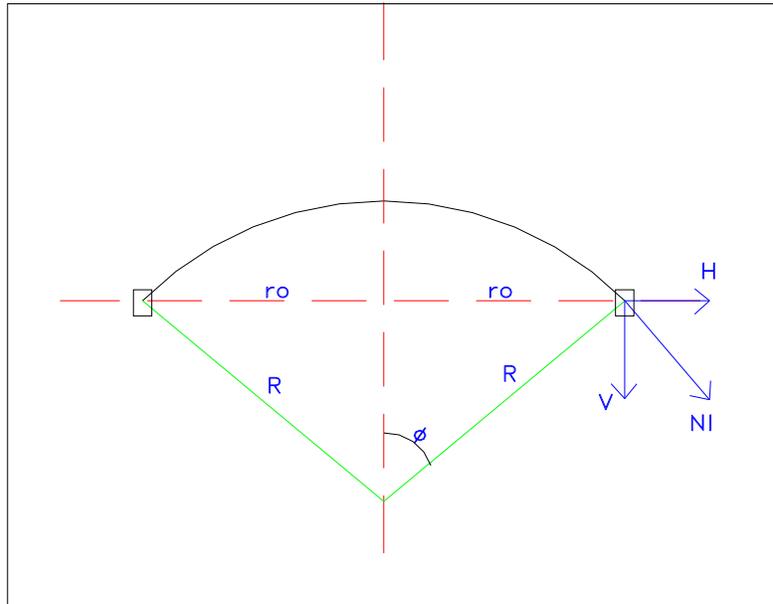
h                         8 cm  
 Reemplazando se tiene:  
 L                         1.28 m  
 e                         0.16 m

Cobertura de 8cm de espesor con ensanche en el borde a 15cm en una longitud de 1.30m  
 Armadura meridiana y anular:  
 $\Phi$  3/8 @ 0.30 y  $\Phi$  1/4 @ 0.30  
 Intercalando con una sola malla.

**g) Peso**

Wcup	31.07 Tn
------	----------

## 8.4 Diseño de la Viga Superior



Se ha visto que cuando la cúpula es un casquete de superficie esférica en cuyo paralelo de borde sea  $\phi < 90^\circ$ , los esfuerzos de membrana  $NI$ , en dicho borde, no son verticales. En este caso es conveniente disponer una viga circular de borde que observe la componente horizontal de los esfuerzos meridianos  $NI$ .

### 8.4.1 Consideraciones de diseño.

#### a) Fuerza horizontal

De la figura, se obtiene la fuerza horizontal  $H$ :

$$H = NI \cdot \cos \phi$$

Que produce una tracción  $T$  en el anillo calculada por la teoría de los tubos dada por:

$$T = \frac{1}{2} \cdot H \cdot D = \frac{1}{2} \cdot H \cdot 2r_o$$

De donde:

$$T = r_o \cdot H$$

$$T = r_o \cdot NI \cdot \cos \phi$$

$$T = R \cdot \sin \phi \cdot NI \cdot \cos \phi$$

Donde finalmente se puede expresar como:

$$T = \frac{1}{2} R.NI.\text{sen}2\phi \quad (I)$$

**b) Acero De refuerzo**

Se calcula considerando que la tracción en la viga es resistida solamente por el acero, por consiguiente:

$$A_s = T / \sigma_{at}$$

Donde:

$\sigma_{at}$  = esfuerzo a tracción del acero.

Además:

$\sigma_{at} < 1/2 \cdot F_y < 2100 \text{ kg/cm}^2$  esfuerzo admisible a tracción del acero.

**c) Sección de concreto**

Se considera que la viga circular trabaja a la tensión máxima de tracción que puede resistir el concreto, por consiguiente:

$$T = \sigma_{ct}.A_c + f_{at}.A_s$$

Siendo:

$$\sigma_{at} = n \sigma_{ct}$$

$$A_s = T / \sigma_{at}$$

Luego:

$$r = \sigma_{ct} \cdot (A_c + n \cdot A_s)$$

Que también se puede expresar como:

$$A_c = T \cdot (1 / \sigma_{ct} - n / \sigma_{at})$$

Donde:

$n = E_s / E_c$  = relación de módulos

$$E_s = 2.1E6$$

$$E_c = 15.000 \sqrt{f'c}$$

$\sigma_{ct}$  = Esfuerzo a tracción del concreto.

$\sigma_{at}$  = Esfuerzo a tracción del acero.

Además

$\sigma_{ct} = 0.80 \cdot f'c \text{ kg/cm}^2$  Esfuerzo admisible a tracción del concreto.

### 8.4.2 Cálculos

Se ha visto que cuando la cúpula es un casquete de superficie esférica en cuyo paralelo de borde sea  $\alpha < 90^\circ$ .

Los esfuerzos de membrana NI en dicho borde no son verticales, en este caso es conveniente disponer una viga circular de borde que absorba la componente horizontal de los esfuerzos meridianos NI.

De la figura se obtiene la fuerza horizontal H.

$$H = NI \cdot \cos(\alpha)$$

Esta fuerza produce una tracción en el anillo calculada por la teoría de tubos.

$$T = 0.5 \cdot H \cdot D = 0.5 \cdot H \cdot 2r = H \cdot r$$

Finalmente se tiene:

$$T = 0.5 \cdot R \cdot NI \cdot \sin(2\alpha)$$

R	10.15 m
NI	-2899 kg/m
$\Phi$ rad	0.644

#### a) Fuerza de Tracción sobre la Viga

Se considera que la viga circular trabaja a la tensión máxima de tracción que puede resistir el concreto.

$$T = F_{ct} \cdot A_c + F_{at} \cdot A_s$$

$$F_{at} = n \cdot F_{ct}$$

$$A_s = T / F_{at}$$

$$\text{Luego: } T = F_{ct} \cdot (A_c + n \cdot A_s)$$

T	14125.30 Kg.
---	--------------

#### b) Acero de Refuerzo

$\sigma_{at}$	1500 Kg/cm <sup>2</sup>
$A_s$	9.42 cm <sup>2</sup>
Usamos	5 $\Phi$ 5/8"

#### c) Area de Concreto

Calculamos el área de concreto

$$A_c = T / (1/F_{ct} - n/F_{at})$$

Donde

$$n = E_s/E_c \text{ Relación de módulos} = 8.0$$

$F_{ct}$  = Esfuerzo a tracción del concreto.

$F_{at}$  = Esfuerzo a tracción del acero

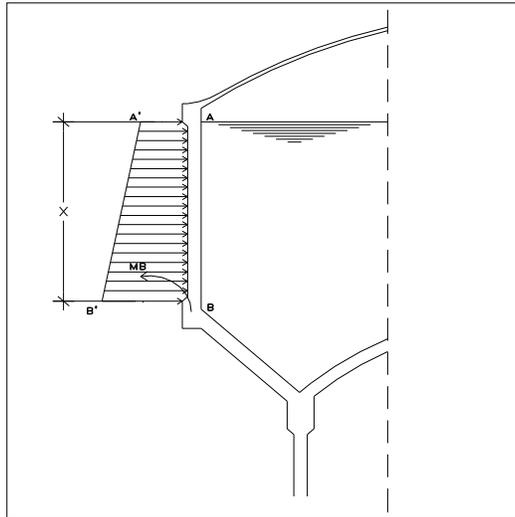
$A_c$	1045.2718	
Usamos	0.25	0.5
Refuerzo	5 $\Phi$ 5/8" + D 3/8" @ 0.20	

d) **Peso**

Wviga sup

11.95 Tn

### 8.5 Diseño de Pared Cilíndrica



Para el diseño de la pared cilíndrica se deben tener en cuenta los efectos sobre las vigas de apoyo tanto inferior como superior, el cálculo de esfuerzos se ha desarrollado teniendo en cuenta la siguiente hipótesis:

La pared cilíndrica se encuentra empotrada en las vigas superior e inferior A y B respectivamente.

Los anillos se encuentran sometidos a esfuerzos de tracción que determinan un desplazamiento de los extremos, de A a A' y B a B'.

La deformación en la base B de la pared será la misma para los tres elementos que en ella concurren: pared cilíndrica, anillo y pared cónica, siempre que se adopte en el cálculo de cada uno de ellos el mismo valor para la tensión  $\sigma_{ct}$  del concreto a tracción.

La presión hidrostática actúa íntegramente sobre el sistema anular.

El cálculo se hará de acuerdo a las recomendaciones de diseño de la referencia.

### 8.5.1 Consideraciones de diseño.

#### a) Espesor “e” de la pared cilíndrica

Se obtiene de:

$$100.e = (1/\sigma_{ct} - n/\sigma_{at}) \cdot \delta \cdot h_1 \cdot a$$

Donde

$h_1$  = altura de la pared cilíndrica (m.)

$a$  = radio del cilindro (m.)

$\delta = 1.000 \text{ kg/m}^3$  = Peso específico del agua.

$n = E_s/E_c$  = relación de módulos.

$\sigma_{ct}$  = esfuerzo a tracción del concreto.

$\sigma_{at}$  = esfuerzo a tracción del acero.

Debiendo verificarse que:

$$A_c \geq T_{\max} / (f_t \cdot \sigma_{at}) \cdot (e \cdot E_s + \sigma_{at} \cdot t \cdot (n-1))$$

Donde:

$$T_{\max} = \delta \cdot x \cdot a.$$

Siendo:

$T_{\max}$  = tracción máxima a la profundidad considerada.

$e_f = 0.0003$  deformación por fragua del concreto.

$$f_t = 0.1 \cdot f'_c$$

$x$  = distancia a la que se desea medir la fuerza de tracción, medida desde la superficie de agua.

#### b) Acero de refuerzo

La armadura necesaria para un anillo de altura unidad situado a una profundidad  $x$  (considerando solo esfuerzo de tracción, está dada por:

$$A_{st} = T_{\max} / \sigma_{at}$$

$$A_{st} = 1.000 \cdot x \cdot a / \sigma_{at}.$$

#### c) Momento flector

El momento flector MB que actúa en la parte inferior de la pared cilíndrica se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$MB = 0.2123 \cdot \delta \cdot (a \cdot e)^{3/2}$$

Donde:

$$\delta = 1.000 \text{ kg/m}^3 = \text{peso específico del agua.}$$

a = radio del cilindro (mt)

e = espesor de la pared (mt)

Este momento flector es positivo y se nula a una profundidad:

$$X = h1(1 - 1.51/r)$$

Donde

$$r = 1.316 \cdot h1 / \sqrt{(a \cdot e)}$$

#### d) Acero de reparación

Es el que debe resistir las tensiones originadas por la flexión producida por el momento MB, luego:

$$As = MB / (Fse \cdot j \cdot d)$$

Donde:

$$fse = 1.547 \text{ kg/cm}^2 = 22.000 \text{ psi (esfuerzo a flexión en la cara exterior de A.C.I. 318-71)}$$

$$j = 1 - k/3$$

$$k = 1 / (1 + fs(n \cdot fc))$$

$$fs = Fy / 2.5$$

$$d = e - \text{recubrim}$$

Debiendo verificarse que:

$$As_{\text{min}} = Ast / 2$$

### 8.5.2 Cálculos

Para el cálculo de esfuerzos se considera que la pared cilíndrica esta empotrada en las vigas superior e inferior.

Los anillos se encuentran sometidos a esfuerzos de tracción que determinan un desplazamiento de los extremos A y B.

a) **Espesor "e" de pared cilíndrica.**

f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>	
σ <sub>ct</sub>	10	kg/cm <sup>2</sup>	
σ <sub>at</sub>	980	kg/cm <sup>2</sup>	
Es	2000000	kg/cm <sup>2</sup>	
Ec	250998	kg/cm <sup>2</sup>	
n	8.0		
a	6.10	m	
h <sub>1</sub>	4.79	m	
reemplazando se tiene:			
e	13.43	cm	
e asumido	20.0	cm	
Ac	2000	cm <sup>2</sup>	
Verificación:			
h <sub>1</sub>	4.79	m	
a	6.10	m	
ef	0.0003		
ft	28	kg/cm <sup>2</sup>	
T <sub>max</sub>	29235	Kg	
Ac >	1476	cm <sup>2</sup>	Ok

b) **Acero de Refuerzo**

X	Ti	AS Ti	BARRAS		
0.3	1830	1.9	Φ	3/8"	@ 0.15
1.3	7930	8.1	Φ	1/2"	@ 0.15
2.3	14030	14.3	Φ	5/8"	@ 0.15
3.3	20130	20.5	Φ	3/4"	@ 0.15
4.3	26230	26.8	Φ	1"	@ 0.15
4.8	29280	29.9	Φ	1"	@ 0.15

c) **Momento Flector**

MB	295.51	kg - m
Γ	5.710	m

El momento flector es positivo y se anula a una profundidad X.

X	3.47	m
---	------	---

d) **Acero de Repartición**

Calculamos el acero que debe resistir las tensiones originadas por la flexión

producido por el momento MB.

MB	295.51	kg - m
----	--------	--------

fse	1547 kg/cm <sup>2</sup>
fc	126 kg/cm <sup>2</sup>
fs	1680 kg/cm <sup>2</sup>
d	16.0
n	8
k	0.375
j	0.875
As	1.36 cm <sup>2</sup>

X	Ast / 2	BARRAS			
0.3	0.9	Φ	3/8	@	0.50
1.3	4.0	Φ	1/2	@	0.30
2.3	7.2	Φ	1/2	@	0.20
3.3	10.3	Φ	1/2	@	0.20
4.3	13.4	Φ	3/4	@	0.20
4.8	14.9	Φ	3/4	@	0.20

e) **Peso**

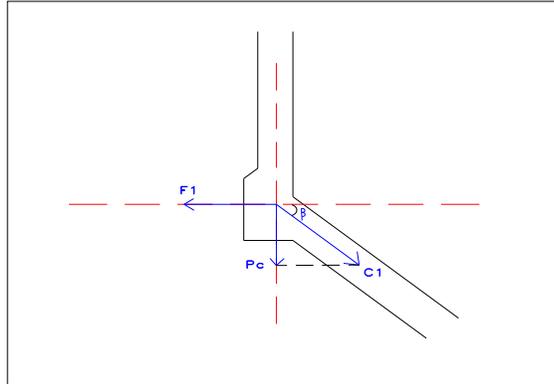
Wcilind	90.91	Tn
---------	-------	----

Como podemos notar la sección de acero de repartición es pequeña comparada con el acero principal.

Como podemos notar la sección de acero de reparación es pequeña comparada con el acero principal por lo que tomaremos el área de acero mínimo.

$$As_{min} = Ast/2$$

## 8.6 Diseño de Viga Inferior



Se consideran todas las cargas que actúan sobre la viga inferior, como son: el peso de la cobertura, peso de la viga superior y peso de la pared cilíndrica.

Sea:

$$P_c = W_{\text{cobertura}} + W_{\text{viga sup.}} + w_{\text{cilindro}}$$

De la figura descomponiendo  $P_c$  se tiene:

$$F_1 = P_c \cdot \text{ctg } \beta$$

$$C_1 = P_c / \text{sen } \beta$$

Siendo:

$F_1$  = Fuerza de tracción en la viga circular

$C_1$  = Fuerza de compresión en el fondo cónico.

Se puede notar que la fuerza  $P_c$  no da lugar a tensiones anulares sobre el fondo cónico sino a lo largo de su generatriz, mediante la fuerza  $C_1$ .

En la viga circular sólo se originan tensiones de tracción producido por la carga  $F_1$ .

### 8.6.1 Consideraciones de diseño

#### a) Tracción en el anillo

La fuerza de tracción en el anillo genera tensiones de tracción anular en la viga cuyos valores determina según la teoría de tubos por:

$$T_a = p_c \cdot \text{ctg } \beta \cdot a$$

Siendo

$$P_c = P_c / (2 \pi a) = \text{carga por unidad de longitud.}$$

$a$  = radio de la pared cilíndrica.

**b) Acero de refuerzo**

Se calcula considerando que la tracción en la viga es resistida íntegramente por el acero, según esto:

$$A_s = T_a / \sigma_{at}$$

Donde:

$\sigma_{at}$  = esfuerzo a la tracción del acero.

$\sigma_{at} = 1.500 \text{ kg/cm}^2$  para evitar formación de grietas.

**c) Sección de concreto**

Se considera que la viga circular trabaja a la tensión máxima de tracción del concreto, para lo cual se debe cumplir que;

$$A_c = T_a \cdot (1 / \sigma_{ct} - n / \sigma_{at})$$

Siendo:

$\sigma_{ct}$  = Esfuerzo a tracción del concreto

$\sigma_{at}$  = Esfuerzo a tracción del acero.

$\sigma_{CT} = 0.08 \cdot f'_c$  (esfuerzo admisible a tracción del concreto).

**8.6.2 Cálculos**

$$a = 6.09 \text{ mt. De (2.2)}$$

$$\beta = 36.02^\circ \text{ de (2.2.3)}$$

$$W_{\text{cúpula}} = 31.07 \text{ Tn. De (2.3.8)}$$

$$W_{\text{vig.sup}} = 14.45 \text{ Tn. De (2.3.7)}$$

$$W_{\text{cilindro}} = 90.91 \text{ Tn. De (2.3.6)}$$

Se consideran todas las cargas que actúan sobre la viga inferior como son:

Peso de la cobertura, peso de la viga superior y peso de la pared cilíndrica.

DATOS:

a	6.09 m
$\beta$	36.02
$\beta$ rad	0.63
Wcupu	31.07 Tn
Wvigasup	11.95 Tn
Wcilin	90.91 Tn

**a) Tracción del Anillo**

De la figura descomponiendo se tiene.

$$F1 = Pc \times \text{COTG}(\beta)$$

$$C1 = Pc / \text{SENO}(\beta)$$

Pc	133.93
Pc	3.36 Tn/m
Ta	29.31 Tn

F1 = Fuerza de tracción en la viga circular

C1 = Fuerza de compresión en el fondo cónico.

**b) Acero de Refuerzo**

As	19.54 cm <sup>2</sup>
4 $\Phi$ 1" + D $\Phi$ 3/8" @ 0.20	

**c) Sección de Concreto**

Ac	1339.31 cm <sup>2</sup> (30 X 50)	
Usamos	0.3	0.5

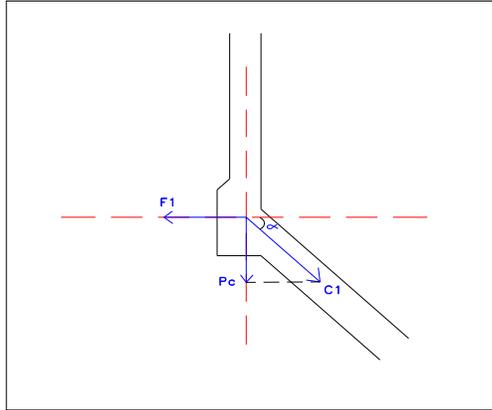
**d) Peso**

Wviga inf.	13.77	Tn
------------	-------	----

Finalmente tenemos:

⇒ viga inferior de 0.30m\*0.50m con armadura de 4  $\phi$  1" y estribos de 3/8" @ 0.20mts.

### 8.7 Diseño de Fondo Cónico



En el fondo cónico distinguimos dos tipos de esfuerzos que vamos a determinar, uno de ellos son los esfuerzos de membrana NI y NII, meridianos y anulares respectivamente y los esfuerzos de flexión en los bordes superior o inferior, además el fondo cónico está sometido a 3 tipos de cargas; las cargas externas (cobertura, viga superior, pared cilíndrica y viga inferior), el peso propio y por último el de mayor importancia que es la generada por la presión hidrostática. La carga final sobre el fondo cónico es la suma de las cargas parciales.

A continuación se presenta un estudio detallado de cada uno de estos esfuerzos y cargas.

#### 8.7.1 Fondo cónico sometido a cargas externas.

Las cargas sobre el fondo cónico son producidas por el peso de la cobertura, la viga superior, la pared cilíndrica y la viga inferior; generando un esfuerzo de membrana según generatriz del fondo cónico, que determinaremos a continuación.

De la figura:

$$C1 = P_c / \sin \alpha$$

Siendo:

$$P_c = w_{\text{cobertura}} + w_{\text{viga sup.}} + w_{\text{cilindro}} + w_{\text{viga inf.}}$$

El esfuerzo meridiano NI, lo obtenemos de la ecuación de equilibrio de esfuerzos verticales:

$$NI \cdot 2 \cdot \pi \cdot x \cdot \sin \alpha + P_c = 0$$

De donde:

$$NI = -P_c / (2 \cdot \pi \cdot x \cdot \sin \alpha) \quad (1)$$

Siendo:

$$P_c = P_c = (2 \cdot \pi \cdot a) = \text{peso por unidad de longitud.}$$

El esfuerzo anular NII, según el paralelo se obtiene de la ecuación:

$$NI/r_1 + NII/r_2 + z_1 = 0$$

Donde:

$$r_1 = \infty$$

$$r_2 = x / \sin \alpha$$

$$z_1 = 0$$

Reemplazando de la ecuación se tiene:

$$NII = 0 \quad (2)$$

### 8.7.2 Fondo cónico sometido a peso propio.

Sea:

g = peso de membrana por unidad de superficie

El peso correspondiente a ABCD es:

$$P = (\pi \cdot a \cdot OA - \pi \cdot x \cdot OC) \cdot g = \pi \cdot (a^2 - x^2) \cdot g / \cos \alpha$$

La ecuación de equilibrio de esfuerzos verticales será:

$$NI \cdot 2 \cdot \pi \cdot x \cdot \sin \alpha + P = 0$$

De donde el esfuerzo de compresión según la generatriz es:

$$NI = -(a^2 - x^2) \cdot g / (x \cdot \sin^2 \alpha) \quad (3)$$

Tomando su valor máximo en el borde inferior EF.

El esfuerzo anular NII, según el paralelo se obtiene de la ecuación:

$$NI/r_1 + NII/r_2 + Z_1 = 0$$

Donde:

$$r_1 = \infty$$

$$r_2 = x / \sin \alpha$$

$$Z_1 = -g \cos \alpha$$

Reemplazando de la ecuación se tiene:

$$NII = g * x * ctg \alpha \quad (4)$$

\*\* Al establecer las ecuaciones de las membranas de rotación, tomamos como fuerzas normales y positivas las que van dirigidas hacia el centro de curvatura, aquí z1 va en sentido contrario, de ahí la razón del signo (-)

### 8.7.3 Fondo cónico sometido a presión hidrostática.

Sea:

$\delta = 1.000 \text{ kg/m}^3 =$  Peso específico del agua.

H = altura de agua sobre el borde sup. De fondo cónico

Las presiones que obran sobre Ac son:

$$P = \int 2 * \pi * x * (y + H) * \delta * ds = \int_x a * 2 * \pi * x * y * \delta * ds + \int_x a * 2 * \pi * x * H * \rho * ds$$

Donde:

$$tg \alpha = y / (a - x); ds = dx / \cos \alpha$$

$$P = 2 * \pi * tg \alpha / \cos \alpha * \rho \int_x a * x * (a - x) dx + 2 * \pi * H * \rho / \cos \alpha \int_x a * x dx$$

Obteniéndose

$$P = 1/3 * \pi * \rho * tg \alpha / \cos \alpha * (a - x)^2 * (a + 2 * x) + \pi * H * \rho / \cos \alpha * (a^2 - x^2)$$

Las componentes verticales de P y de la resultante de esfuerzos de membrana NI según la generatriz, han de estar en equilibrio, luego:

$$NI * 2 * \pi * x * sen \alpha - P * cos \alpha = 0$$

De donde:

$$NI = \rho * (a - x)^2 * (a + 2 * x) / (6 * x * cos \alpha) - \rho * H * (a^2 - x^2) / (2 * x * sen \alpha) \quad (5)$$

El esfuerzo según el paralelo se determina mediante la relación:

$$NI/r1 + NII/r2 + z1 = 0$$

Donde:

$$r1 = \infty$$

$$r2 = x / sen \alpha$$

$$z1 = - \rho * (y + H)$$

Siendo

$$Y = (a - x) * tg \alpha$$

Luego:

$$Z1 = -\rho[a - x]^* \operatorname{tg} \alpha + H$$

Reemplazando se tiene:

$$NII = \rho^* x^* [(a - x)^* \operatorname{tg} \alpha + H] / \operatorname{sen} \alpha \quad (6)$$

#### 8.7.4 Esfuerzos de flexión en fondo cónico

Los esfuerzos de flexión en los bordes de la superficie cónica han sido determinados a detalle en el anexo A, a continuación se presentan los esfuerzos calculados para cada uno de los bordes, los mismos que están en función de las constantes C1 y C2 que deben ser calculadas con las condiciones de borde.

##### a) Borde Inferior

$$\phi^a = 3.(1 - \mu^2)(r_b / h)^2$$

$$Q\phi = 2.8.(\phi / r_b)^2 .e^{-\phi.s/r_b} [C2.\cos(\phi.s / r_b) - C1.\sin(\Phi.s / r_b)]$$

$$NI = Q\Phi.\operatorname{ctg} \alpha$$

$$NII = 2.B.(\Phi / r_b)^3 .r_b .e^{-\Phi.s/r_b} [(C1 + C2).\cos(\Phi.s / r_b) - (C1 - C2).\operatorname{sen}(\Phi.s / r_b)]$$

$$MI = B.(\Phi / r_b).e^{-\Phi.s/r_b} [(C1 + C2).\cos(\Phi.s / r_b) - (C1 - C2).\operatorname{sen}(\Phi.s / r_b)]$$

$$MII = B.(\operatorname{ctg} \alpha / r_b).e^{-\Phi.s/r_b} [C1.\cos(\Phi.s / r_b) + C2.\operatorname{sen}(\Phi.s / r_b)]$$

$$+ \mu.MI$$

El ángulo de giro de la tangente al meridiano es:

$$v = e^{-\Phi.s/r_b} [C1.\cos(\Phi.s / r_b) + C2.\operatorname{sen}(\Phi.s / r_b)]$$

El desplazamiento horizontal está dado por:

$$\delta = -b.NII / (E.h)$$

##### b) El borde superior:

$$\Phi^4 = 3.(1 - \mu^2)(r_a / h)^2$$

$$Q\phi = 2.B.(\phi / r_a)^2 .e^{-\phi.s/r_a} [C2.\cos(\phi.s / r_a) - C1.\cos(\Phi.s / r_a)]$$

$$NI = Q\Phi.\operatorname{ctg} \alpha$$

$$NII = (-)2.B.(\Phi / r_a)^3 .r_a .e^{-\Phi.s/r_a} [(C1 + C2).\cos(\Phi.s / r_b) - (C1 - C2).\operatorname{sen}(\Phi.s / r_a)]$$

$$MI = (-)B.(\Phi / r_a).e^{-\Phi.s/r_a} [(C1 + C2).cos(\Phi.s / r_a) - (C1 - C2).sen(\Phi.s / r_a)]$$

$$MII = -B.(ctg\alpha / r_a).e^{-\Phi.s/r_a} [C1.cos(\Phi.s / r_a) + C2.sin(\Phi.s / r_a)]$$

$$+ \mu.MI$$

El ángulo de giro de la tangente al meridiano es:

$$v = e^{-\Phi.s/r_a} [C1.cos(\Phi.s / r_a) + C2.sen(\Phi.s / r_a)]$$

El desplazamiento horizontal está dado por:

$$\delta = -a.NII / (E.h)$$

Siendo:

$$B = E.h^3 / (12.(1 - \mu^2))$$

B = Módulo de rigidez a flexión

h = Espesor de la cáscara

E = Módulo de Young.

$\mu$  = Módulo de Poisson.

a, b = Radios horizontales sup. e inf. De sup. cónica

$r\Theta$  = Radio de giro.

Los valores de C1 y C2 se determinan para las condiciones de borde, presentándose 4 casos:

**CASO A-1: momento  $M\alpha$  en el borde inferior.**

$$C1 = M\alpha .r_b / (B. \Phi); \quad C2 = 0$$

De donde:

$$V = M\alpha .r_b / (B. \Phi)$$

$$\delta = (-) 2.b. \Phi^2 . M\alpha / (E.h.r_b)$$

**CASO A-2: Fuerza horizontal “H” en el borde inferior.**

$$C1 = C2 = +H.r_b^2 .sen / (2.B. \Phi^2) \quad ;$$

De donde:

$$V = r_b^2 .sen\alpha / (2.B. \Phi^2).H$$

$$\delta = b. \Phi sen\alpha / (E.h.)H$$

**CASO B-1: Momento  $M\alpha$  en el borde superior.**

$$C1 = -M\alpha .r / (B. \Phi) \quad C2 = 0$$

De donde:

$$V = M\alpha \cdot r / (B \cdot \Phi)$$

$$\delta = (-)2 \cdot a \cdot \Phi^2 \cdot M\alpha / (E \cdot h \cdot h \cdot r)$$

### **CASO B-2: Fuerza horizontal “H” en el borde superior**

$$C1 = C2 = +H \cdot r^2 \cdot \text{sen } \alpha / (2 \cdot B \cdot \Phi^2)$$

De donde:

$$V = r^2 \cdot \text{sen } \alpha / (2 \cdot B \cdot \Phi^2) \cdot H$$

$$\delta = (-)a \cdot \Phi \text{sen } \alpha / (E \cdot h) \cdot H$$

Debido al anillo en los bordes superior e inferior, hacemos cumplir el equilibrio tanto los giros como los desplazamientos de los anillos con los de los bordes del fondo cónico es decir:

$$V_0 + V = V_2$$

$$\delta_0 + \delta = \delta_1 + \delta_2 + v_2 \cdot e$$

Siendo para el borde inferior:

$\delta_0$  = desplazamiento horizontal producido por los esfuerzos de membrana, en el borde inf. del fondo cónico.

$$\delta_0 = b \cdot (NII - \mu \cdot NI) / (E \cdot h)$$

$\delta$  = desplazamiento horizontal producido por los momentos  $M\alpha$  y fuerzas H aplicados en el borde inf. del fondo cónico.

$$\delta = b \cdot \Phi \cdot \text{sen } \alpha \cdot H / (E \cdot h) - 2 \cdot b \cdot \Phi^2 \cdot M\alpha / (E \cdot h \cdot r_b)$$

$\delta_1$  = desplazamiento en el anillo producido por una fuerza horizontal  $H_0$  debido a los esfuerzos de membrana.

$$\delta_1 = H_0 \cdot b^2 / (E \cdot t \cdot d)$$

Siendo:

$$H_0 = -\cos \alpha \cdot (NI) \alpha$$

t = ancho de anillo inf.

d = altura de anillo inf.

$\delta_2$  = desplazamiento en el anillo producido por la fuerza horizontal H aplicada en el borde inf.

$$\delta_2 = H \cdot b^2 / (E \cdot t \cdot d)$$

$V_0$  = giro en el borde producido por los esfuerzo de membrana.

$$V_o = [ctg\alpha(1 + \mu)(NI - NII) - r\Theta.d(NII - \mu NI) / DS] / (E.h)\Theta = \alpha$$

V = Giro en el borde producido por los momentos  $M\alpha$  y fuerzas F.

$$V_2 = 12.b^2.(M\alpha + H.e) / (E.t.d^2)$$

Siendo:

$$e \approx d/2$$

Resolviendo las 2 ecuaciones de equilibrio determinados  $M\alpha$  y H con lo que hallamos el valor de C y por consiguiente los valores de MI y MII en cada caso. El mismo procedimiento se sigue para el borde superior.

### 8.7.5 Consideraciones de diseño.

#### a) Espesor “e” de fondo cónico

Los esfuerzos de tracción determinados por NII permiten a su vez obtener el espesor del fondo cónico mediante la siguiente expresión:

$$A_c = (1/\sigma_{ct} - n/\sigma_{at}) * NII$$

Siendo:

$$\sigma_{at} = 1.500 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ct} = 0.08 * f'_c$$

NII = Máxima tensión anular

Luego:

$$e = A_c / 100$$

#### b) Armadura meridional

Se considera como un porcentaje del área de concreto y de determina por:

$$A_s = 0.01 * A_c$$

Debiendo cumplirse que:

$P_c > N_I$  (resistencia de diseño de elementos a compresión)

$$P_c = \Phi * 0.80 * (0.85 * f'_c * (A_c - A_s) + A_s * F_y)$$

#### c) Armadura Anular

Es el acero que resiste los esfuerzos anulares NII, y esta dado por:

$$A_s = NII / \sigma_{at}$$

#### d) Verificación por flexión

Se hará una verificación para el estado elástico no agrietado debiendo cumplirse que:

$$f_c < f_{ct}$$

Siendo:

$$f_c = M.y/I$$

Donde:

$f_c$  = Tensión de tracción en flexión

$M$  = Momento máximo de flexión

$Y$  = distancia más alejada del eje neutro

$I$  = Momento de inercia.

$$I = b.h^3/12 + b.h. (y_n - y)^2$$

$y_n$  = Distancia del eje neutro.

$$y_n = (A_c.y_c + A_s.y_s)/(A_c + A_s)$$

$b$  = ancho de sección (1mt)

$h$  = espesor de cáscara.

$$F_{ct} = 15 \text{ kg/cm}^2$$

## 8.7.6 Cálculos

### 8.7.6.1 Esfuerzos

Las cargas sobre el fondo cónico son producidas por el peso de la cobertura, la viga superior, la pared cilíndrica y la viga inferior, generando un esfuerzo de membrana del fondo cónico.

a) DATOS:

W <sub>cupu</sub>	31.07	Tn
W <sub>vigasup</sub>	14.45	Tn
W <sub>cilin</sub>	90.91	Tn
W <sub>vigasup</sub>	14.45	Tn
P <sub>c</sub>	150.89	Tn
P <sub>c</sub>	3943.463	Kg/m
a	6.09	
b	4.31	
r	7.32	
Φ	36.02	°
h	0.25	asumido
g	340	Kg/m <sup>2</sup>
σ <sub>agua</sub>	1000	kg/m <sup>3</sup>
h <sub>1</sub>	4.79	mt

$N_{I.ce} = -P_c * a / (X * \text{SENO}(\Phi))$  Esfuerzo de compresión según la generatriz.

$N_{I.pp} = -(a^2 - X^2) * g / (X * \text{SENO}(\Phi))$  Esfuerzo debido al peso propio

$N_{I.ph} = -\text{pagua} * (a - X)^2 * (a + 2 * X) / (6 * X * \cos(\Phi)) - \text{pagua} * H * (a^2 - X^2) / (2 * X * \text{SENO}(\Phi))$

b) CUADRO DE ESFUERZOS DE MENBRANA NI Y NII EN FONDO CONICO

S (mts.)	$N_{I.ce}$	$N_{I.pp}$	$N_{I.ph}$	NI	X (mts.)
0.00	-6705.53	0.00	0.00	-6705.53	6.090
0.50	-7063.52	-299.36	-3999.60	-11362.49	5.686
1.00	-7604.40	-622.44	-9337.26	-17564.10	5.281
1.50	-8235.00	-975.12	-15916.63	-25126.75	4.877
2.00	-8979.63	-1365.44	-23665.70	-34010.78	4.472
2.23	-9369.34	-1560.57	-27611.46	-38541.37	4.286

$N_{II.ce}$	$N_{II.pp}$	$N_{II.ph}$	NII
0.0	2847.48	49599.63	52447.11
0.0	2658.73	49153.70	51812.43
0.0	2469.62	48298.09	50767.70
0.0	2280.51	47038.07	49318.57
0.0	2091.40	45373.64	47465.04
0.0	2004.41	44472.21	46476.61

c) HALLAMOS EL ESPESOR " e " DEL FONDO CO

NII	52447.11	Kg.
f'c	280.00	kg/cm <sup>2</sup>
σct	22.4	kg/cm <sup>2</sup>
σat	1500	Kg/cm <sup>2</sup>
Ac	2621.11	cm <sup>2</sup>
e	26.21	cm
e	<b>30.0</b>	cm

d) ARMADURA MERIDIONAL

Ac	3000	cm <sup>2</sup>
As	30.0	cm <sup>2</sup>
Pc	466401.6	Kgs.
Pc >	NI OK	
Usa Φ 3/4" @ 0.20 en doble malla		

e) ARMADURA ANULAR (BORDE SUPERIOR)

NII	52447.11	Kg.
As	34.96	cm <sup>2</sup>
Usamos Φ 1" @ 0.15		

e) ARMADURA ANULAR (BORDE INFERIOR)

NII	46476.61	Kg.
As	30.98	cm <sup>2</sup>
Usamos Φ 1" @ 0.15		

f) Peso

Wfondo co	<b>53.32</b>	Tn
-----------	--------------	----

$$g = 960 \text{ kg/m}^2$$

$$t = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$H = 6.30 \text{ mt.}$$

Para determinar los esfuerzos de flexión en los bordes considerando para los bordes.

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ec = 2.5E9 \text{ Kg/m}^2$$

$$\mu = 0 \text{ (R.N.E. E-060)}$$

#### 10.8.7. Verificación por Flexión

$$MI = 451.438 \text{ kg*cm}$$

$$n = 8$$

$$As = 45.60 \text{ cm}^2 \text{ (armadura meridiana)}$$

$$(n - 1)*As = 7*45.60 = 319.20 \text{ cm}^2$$

$$Y_{en} = (100*40*20 + 319.2*35)/(100*40+319.20)$$

$$Y_{en} = 21.10 \text{ cmt.}$$

$$I = 100*40^3/12=533.333 \text{ cm}^4$$

Esfuerzo de tracción del concreto

$$f_c = 451438*21.10/533.333$$

$$f_c = 17.86 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ct} = 0.8*350 = 28 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c < f_{ct} \text{ ok!}$$

### 8.8 Diseño de Losa de Fondo en Cúpula Esférica.

El casquete esférico de fondo se halla sometido a la acción del peso propio, peso del líquido y peso de la chimenea de acceso. Para efectos de cálculo se estudiarán los esfuerzos de membrana bajo la acción de estas tres cargas, así mismo se harán los chequeos por flexión.

#### 8.8.1 Cúpula esférica abierta sometida a la presión hidrostática.

De la figura, el peso P que actúa sobre el casquete VRS, es el peso del líquido, el cual lo determinamos haciendo la diferencia del peso del cilindro de agua de radio ro menos el peso del segmento esférico de flecha f menos el peso del cilindro de radio t, más el peso del segmento esférico de flecha f.

Sea:

R = Radio de la cúpula

$\rho$  = Peso específico del agua.

h = altura de agua desde la cresta de la cúpula hasta la superficie.

Luego:

$$P = \left\{ \pi.R^2 .sen^2 \Phi .(h + f) .\rho - \pi.f^2 .(R - f/3) .\rho \right\} - \left\{ \pi.R^2 .sen^2 \Phi .(h + f) .\rho - \pi.f^2 .(R - f/3) .\rho \right\}$$

Siendo

$$f = R \cdot (1 - \cos \phi)$$

$$f = R \cdot (1 - \cos \phi_0)$$

Haciendo

$$H = h + R$$

Y simplificando se tiene

$$P = \left\{ \frac{2}{3} \cdot R \cdot ((\cos \phi)^3 - 1) + (1 - \cos^2 \phi) \cdot H \right\} \cdot \rho - \left\{ \frac{2}{3} \cdot R \cdot ((\cos \phi_0)^3 - 1) + (1 - \cos^2 \phi_0) \cdot H \right\} \cdot \rho$$

Agrupando términos se tiene:

$$P = \left\{ \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot R^3 - \rho \cdot ((\cos \phi)^3 - (\cos \phi_0)^3) \right\} + \pi \cdot R^2 \cdot H \cdot \rho \cdot \frac{\sin^2 \phi_0}{\sin^2 \phi} \cdot (1 - \frac{\sin^2 \phi_0}{\sin^2 \phi})$$

Estableciendo el equilibrio de todos los esfuerzos verticales que actúan sobre el casquete VRS se tiene:

$$NI \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \frac{\sin^2 \phi_0}{\sin^2 \phi} + P = 0$$

De donde se deduce el esfuerzo principal de membrana según el meridiano:

$$NI = R^2 / 3 \cdot \left\{ (\cos \phi_0)^3 - (\cos \phi)^3 \right\} \cdot \rho / \frac{\sin^2 \phi_0}{\sin^2 \phi} - R \cdot H \cdot \rho / 2 \cdot (1 - \frac{\sin^2 \phi_0}{\sin^2 \phi}) \cdot \rho \quad (1)$$

El esfuerzo normal NII perpendicular al meridiano se obtiene de:

$$NI/R + NII/R + Z1 = 0$$

Teniendo en cuenta que:

$$Z1 = (h + f) \cdot \rho = (h + r \cdot (1 - \cos \phi)) \cdot \rho$$

$$Z1 = (H - R \cdot \cos \phi) \cdot \rho$$

Y reemplazando

$$NII = R \cdot H / 2 \cdot (1 - \frac{\sin^2 \phi_0}{\sin^2 \phi}) \cdot \rho - R^2 / 3 \cdot \left[ \left\{ (\cos \phi_0)^3 - (\cos \phi)^3 \right\} / \frac{\sin^2 \phi_0}{\sin^2 \phi} - 3 \cos \phi + 3H / R \right] \cdot \rho$$

### 8.8.2 Cúpula esférica abierta sometida al peso propio y peso de chimenea de acceso.

El estudio de este caso se realizó en 4.3.2. para nuestro caso.

Q = Peso total de la chimenea de acceso.

g = Peso de la cúpula por unidad de superficie.

El esfuerzo según el meridiano es:

$$NI = -R.g.(\cos \phi_0 - \cos \phi) / (\text{sen}^2 \phi - Q / (2.\pi.R.\text{sen}^2 \phi)) \quad (3)$$

El esfuerzo según el paralelo es:

$$NI = R.g.(\cos \phi_0 - \cos \phi) / (\text{sen}^2 \phi + Q / (2.\pi.R.\text{sen}^2 \phi)) \quad (4)$$

### 8.8.3 Esfuerzos de flexión en cúpula esférica

Los esfuerzos de flexión en el borde obtenido para cúpula esférica detallado en el anexo A son:

$$Q\phi = C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\beta + r)$$

$$NI = -cgt(\alpha - \beta).C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\phi + r)$$

$$NII = -\Phi.\sqrt{2}.C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\beta + r - \pi / 4)$$

$$MI = R / (\Phi.\sqrt{2}).C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\phi + r + \pi / 4)$$

$$MI = R.\mu / (\Phi.\sqrt{2}).C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\phi + r + \pi / 4)$$

El ángulo de giro de la tangente al meridiano es:

$$V = -2\Phi^2 / (E.h).C.e^{-\Phi\phi} \cos(\Phi\phi + r)$$

El desplazamiento horizontal está dado por:

$$\delta = -R / (E.h).\text{sen}(\alpha - \beta).\Phi.\sqrt{2}.C.e^{-\Phi\phi} \text{sen}(\Phi\phi + r - \pi / 4)$$

Siendo:

$$\Phi = 0.3.(1 - \mu^2).(R/h)^2$$

$$\beta = \alpha - \Phi$$

Donde:

$\mu$  = Módulo de Poisson.

R = Radio de curvatura

h = Espesor de cáscara

$\alpha$  = Angulo en el apoyo.

C y r = Constantes a determinar

Los valores de C y r se determinan para las condiciones de borde, presentándose 2 casos, cuando en el borde actúa un momento  $M\alpha$  y actúa una fuerza horizontal H, obteniéndose en cada caso los giros y desplazamiento horizontal.

**CASO A: Momento  $M\alpha$  en el borde:**

$$V = -4.\Phi^3.M\alpha / (E.R.h)$$

$$\beta = 0$$

$$\delta = 2.\Phi^2 .sen\alpha.M\alpha / (E.h)$$

$$\beta = 0$$

**CASO B: Fuerza horizontal “H” en el borde:**

$$V = 2.\Phi^2 .sen\alpha.H / (E.h)$$

$$\beta = 0$$

$$\delta_{\beta=0} = -2.R.\Phi.sen^2\alpha.H / (E.h)$$

$$\beta = 0$$

Debido al anillo en el borde, se debe cumplir que tanto los giros como los desplazamientos del anillo se deben equilibrar con los del borde del fondo esférico debiendo cumplirse que:

$$V_o + v = v_2$$

$$\delta_o = \delta = \delta_1 + \delta_2 + V_2.e$$

Siendo:

$\delta_o$  = Desplazamiento horizontal producido por los esfuerzos de membrana, en el borde de la cúpula.

$$\delta_o = R.sen\alpha.(NII - \mu.NI) / (E.h)$$

$\delta$  = desplazamiento horizontal producido por los momentos  $M\alpha$  y fuerzas H, en el borde de la cúpula.

$$\delta = 2.\Phi^2 .sen\alpha.M\alpha / (E.h) - 2.R.\Phi.sen^2\alpha.H / (E.h)$$

$\delta_1$  = desplazamiento en el anillo producido por una fuerza horizontal  $H_o$  debido a los esfuerzos de membrana.

$$\delta_1 = H_o . (R.sen\alpha)^2 / (E.b.d)$$

Siendo:

$$H_o = -\cos\alpha . (NI) \alpha$$

b = ancho de viga en el borde

d = altura de viga en el borde.

$\delta_2$  = Desplazamiento en el anillo producido por la fuerza horizontal H aplicada en el borde.

$$\delta^2 = H.(R.\text{sen } \alpha)^2 / (E.b.d)$$

$V_0$  = giro en el borde producido por los esfuerzos de membrana.

$$V_0 = [ctg\phi(1 + \mu)(N_{II} - N_{II}) - d(N_{II} - \mu N_I) / d\Phi] / (E.h)$$

$$\Phi = \alpha$$

$V$  = giro en la sección transversal del anillo, producidos por los momentos  $M\alpha$  y fuerzas  $H$ .

$$V = -4.\Phi^3.M\alpha(E.R.h) + 2.\Phi^2.\text{sen}\alpha.H / (E.h)$$

$V_2$  = Giro en la sección transversal del anillo, producidos por los momentos  $M\alpha$  y fuerzas  $F$ .

$$V_2 = 12.(r.\text{sen}\alpha)^2.(M\alpha + H.e) / (E.b.d^2)$$

Siendo:

$$e \approx d / 2$$

Resolviendo las 2 ecuaciones de equilibrio determinamos  $M\alpha$  y  $H$  con lo que hallamos el valor de  $C$  y por consiguiente los valores de  $M_I$  y  $M_{II}$  en cada caso.

#### 8.8.4 Consideraciones de diseño

##### a) Espesor “e” de la cúpula

Se determina de la expresión:

$$e = Ac/100$$

Siendo:

$$Ac = (1/\sigma_{ct} - n/\sigma_{at}). N_{II}$$

Donde:

$N_{II}$  = Tensión anular máxima en el apoyo.

$\sigma_{at} = 1.500 \text{ kg/cm}^2$  = Esfuerzo a tracción del acero.

$\sigma_{ct} = .80 * f'_c \text{ kg/cm}^2$  = Esfuerzo a tracción del concreto.

##### b) Armadura meridional

Se considera como un porcentaje del área de concreto para elementos sometidos a compresión de la R.N.E. E-060 12.6.1.

$$A_s = 0.01. A_c.$$

Debiendo verificarse que:

$$N_I < P_u$$

Donde

$$P_u = \phi * 0.80 * (0.85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y).$$

**c) Armadura anular**

Se considera que las tracciones son íntegramente soportadas por el acero, luego:

$$A_s = N_{II} / \sigma_{at}$$

**d) Verificación por Flexión**

Al igual que en los otros elementos se verificará para el estado elástico no agrietado, verificándose que:

$$f_c < f_{ct}$$

Siendo

$$f_c = M \cdot y / I$$

Donde:

$f_c$  = Tensión de tracción en flexión.

$$f_{ct} = 0.80 * f'_c$$

$M$  = momento máximo de flexión

$Y$  = Distancia más alejada del eje neutro

$I$  = Momento de inercia

$$Y = (A_c \cdot y_c + A_s \cdot y_s) / (A_c + A_s)$$

$$I = b \cdot h^3 / 12$$

**e) Verificación del pandeo de cúpula**

“El pandeo de cúpulas es un fenómeno de inestabilidad raramente observado, dada la gran rigidez que introduce la doble curvatura”.

Generalmente. La rotura por compresión, tracción o cizallamiento, precede a la ruina por pandeo o abolladura. “(14)

F. Moral (1) da para una envolvente esférica uniformemente comprimida la siguiente expresión para la tensión crítica.

$$C_p = 6 \cdot E_c \cdot I / (K \cdot r^2)$$

De donde:

$$C_p = C_p / (100 * e)$$

Debiendo cumplirse que:

$$C_p < \sigma_p$$

Siendo:

$\sigma_p$  = Tensión que da lugar al pandeo.

$K = 10$  = coeficiente de seguridad.

$E_c = 15.000 f'_c$  = Módulo de elasticidad del concreto.

$I$  = Momento de inercia

$$I = 100 * e^3 / 12 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$e$  = Espesor de la cúpula en cm.

$r$  = Radio de curvatura.

El pandeo se chequea en la zona de apoyo, puesto que en esta zona se presentan las máximas compresiones.

La tensión que da lugar al pandeo determina por:

$$\sigma_p = 1.25 * \sigma_{cc} / R_a$$

Siendo:

$\sigma_{cc}$  = Esfuerzo a la compresión del concreto

$$\sigma_{cc} = 0.30 * f'_c$$

$R_a$  = Coeficiente de Ramkine

$$R_a = 1 + 0.0001 * L^2 / p^2$$

Donde:

$L$  = longitud de pandeo en la base.

$$L = \pi * b$$

$b$  = radio mayor de cúpula

$$P = 1 (I/A)$$

Siendo:

$$I = 1 * e^3 / 12 \text{ (m}^4\text{)}$$

$$A = 1 * e \text{ (m}^2\text{)}$$

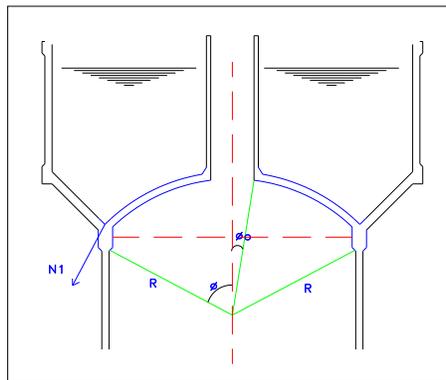
$e$  = espesor de la cúpula en m.

### 8.8.5 Cálculos

a) Cálculo de  $\phi$  y  $\phi_0$

El casquete esférico de fondo se halla sometido a la acción del peso propio, peso del líquido y peso de la chimenea de acceso.

Para estos efectos de cálculo se estudiarán los esfuerzos de membrana bajo la acción de estas tres cargas.



a) DATOS:

R	7.32	mt
$\Phi_0$	5.65	°
$\Phi$	5.65	°
Q	12968.52	Kgs.
g	819.33	Kg/m <sup>2</sup>
H	12.11	mts
$\sigma_{\text{agua}}$	1000	kg/m <sup>3</sup>

Esfuerzo debido a presión del agua.

$$N_I = R^2/3 * ((\cos(\Phi_0)^3 - \cos(\Phi)^3) * \rho_{\text{agua}} / \text{SENO}^2(\Phi) - 0.5 * R * H(1 - \text{SENO}^2(\Phi_0) / \text{SENO}^2(\Phi))).$$

Esfuerzo debido a peso propio + chimenea

$$N_{\text{pp+ch}} = R * G * ((\cos(\Phi_0) - \cos(\Phi)) / \text{SENO}^2(\Phi) - Q / (2 * 3.1416 * \text{SENO}^2(\Phi_0)))$$

**b) CUADRO DE ESFUERZOS DE MENBRANA NI Y NII DE FONDO EN CUPULA ESFERICA**

Φ (abertura)	NI			NII		
	P.agua	pp + pch.	NI	P.agua	pp + pch.	NII
5.65	0.00	-29037.18	-29037.18	-35333.1	23067.24	-12265.85
6	-1970.78	-26135.66	-28106.44	-32414.3	20169.39	-12244.91
8	-8844.51	-16060.73	-24905.23	-22390.19	10119.98	-12270.21
10	-12072.53	-11402.91	-23475.44	-17937.76	5494.92	-12442.84
12	-13875.06	-8878.54	-22753.60	-15717.33	3010.50	-12706.83
14	-15012.67	-7362.50	-22375.17	-14584.27	1541.57	-13042.70
16	-15802.88	-6384.86	-22187.74	-14060.13	618.13	-13442.00
18	-16397.23	-5721.12	-22118.34	-13915.98	15.61	-13900.38
20	-16875.32	-5253.06	-22128.38	-14030.92	-384.27	-14415.19
22	-17282.13	-4913.65	-22195.78	-14335.95	-648.64	-14984.60
24	-17644.54	-4662.58	-22307.12	-14789.24	-817.90	-15607.14
26	-17979.30	-4474.43	-22453.72	-15363.98	-917.55	-16281.53
28	-18297.18	-4332.56	-22629.74	-16042.22	-964.35	-17006.57
30	-18605.30	-4225.72	-22831.03	-16811.41	-969.67	-17781.08
32	-18908.41	-4146.08	-23054.49	-17662.41	-941.47	-18603.87
34	-19209.67	-4088.07	-23297.74	-18588.28	-885.43	-19473.71
36.02	-19514.21	-4047.33	-23561.54	-19593.89	-804.83	-20398.72

**c) Espesor de la Cúpula**

NII	-20398.72	Kg.
f <sub>c</sub>	280.00	kg/cm <sup>2</sup>
σ <sub>ct</sub>	22.4	kg/cm <sup>2</sup>
σ <sub>at</sub>	1500	Kg/cm <sup>2</sup>
Ac	-1019.45	cm <sup>2</sup>
e	-10.19	cm
e	<b>25.0</b>	cm (asumido)

**d) Armadura Meridional.**

Ac	2500	cm <sup>2</sup>
As	25.0	cm <sup>2</sup>
Pc	388668	Kgs.
Pc >	NII OK	
Usamos Φ 1" @ 0.20 en doble malla		

<b>ARMADURA ANULAR</b>		
NII	-20398.72	Kg.
As	-13.60	cm2
Usamos $\Phi$ 3/4" @ 0.20		

f) **Peso**

Wfondo cúpula	<b>23.14</b>	Tn
---------------	--------------	----

## 8.9 Diseño de Chimenea de Acceso

### 8.9.1 Consideraciones de diseño

El conducto cilíndrico vertical de radio "r1" se halla sometido a la acción de una presión normal exterior, igual a la presión hidrostática.

$$P = \rho \cdot x$$

Que dará origen a una compresión por unidad de altura

$$C = p \cdot r1$$

Debiendo verificarse la compresión por pandeo

$$C < Cp = 3 \cdot E \cdot I / r1^2$$

Donde:

$$I = 100 \cdot t^3 / 12$$

$$E = 15.000 \sqrt{f'c}$$

K = 10 factor de seguridad

r1 = radio promedio

t = espesor de la chimenea

Consideraciones de diseño

$$Asmin = r \cdot \min \cdot b \cdot t$$

$$rmin = 0.0018$$

Además se debe chequear la esbeltez  $\epsilon$

$$\epsilon = L/p < 50$$

Siendo:

$L$  = longitud de la chimenea

$$P = 1t / A$$

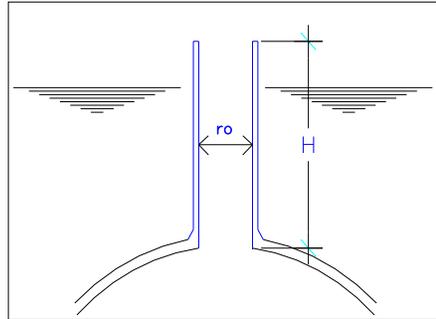
Donde:

$$1t = \frac{\pi r e^4}{4} - \frac{\pi r i^4}{4}$$

$$A = \pi r e^2 - \pi r i^2$$

### 8.9.2 Cálculos

El casquete cilíndrico vertical de radio  $r_1$  se halla sometido a la acción, de una presión normal exterior, igual a la presión hidrostática.



a) DATOS:

$\sigma_{\text{agua}}$	1000	kg/m <sup>3</sup>
H1	4.3	mts.
$r_1$	1.0	mts.
$f'_c$	280	kg/cm <sup>2</sup>
$t$	0.15	mts.
$b$	100	cm.
$Q$	9726.39	Kgs.

b) VERIFICACION POR PANDEO

$P$	4300.00	kg/m <sup>2</sup>
$C$	4300.00	kg/m
$I$	28125.00	cm <sup>4</sup>
$E$	250998.01	kg/cm <sup>2</sup>
$K$	10.00	F.Segurida
$C_p$	211780	kg/m
$C < C_p$	OK	

c) ARMADURA PRINCIPAL

Asmin.	9.00	cm <sup>2</sup>
Usamos $\Phi$ 5/8" @ 0.20		

d) ARMADURA HORIZONTAL

Asmin.	3.75	cm <sup>2</sup>
Usamos $\Phi$ 3/8" @ 0.20		

e) Peso

Wchimenea	11.93	Tn
-----------	-------	----

### 8.10 Diseño de Viga de Fondo.

La viga de fondo se halla sometida a las compresiones del fondo cónico como del fondo esférico debido a que los esfuerzos de membrana NI en el extremo de estos elementos no son verticales. En este caso es la viga circular de borde quien absorbe la componente horizontal de dicho esfuerzos los mismos que pueden ser de tracción o compresión. Esta viga cumple también un rol importante que es el de reducir los esfuerzos de flexión en el extremo de los elementos (cónico y esférico); cuanto mayor sea la sección de la viga los esfuerzos de flexión serán menores.

Sea:

$C_c$  = Compresión del fondo cónico

$C_e$  = Compresión del fondo esférico.

De la figura:

$$H_c = C_c \cdot \cos \alpha$$

$$H_e = C_e \cdot \cos \phi$$

Sobre la viga de fondo actuara una fuerza H resultante que será:

$$H = H_e - H_c$$

Siendo:

H (+) TRACCIÓN

H (-) COMPRESIÓN

### 8.10.1. Consideraciones del diseño

#### a) Esfuerzo horizontal P.

La fuerza horizontal H produce un esfuerzo P en el anillo que puede ser calculado por la teoría de los tubos y esta dado por:

$$P = \frac{1}{2} \cdot H \cdot D = \frac{1}{2} \cdot H \cdot 2r_o.$$

De donde:

$$P = r_o \cdot H$$

Siendo:

$r_o$  = Radio del anillo

Finalmente se puede expresar como:

$$P = r_o \cdot (C_e \cdot \cos \phi - C_c \cdot \cos \alpha) \quad (I)$$

Siendo

P (+) TRACCIÓN

P (-) COMPRESIÓN

#### b) Sección de concreto

La determinamos de la siguiente expresión.

$$A_c = T \cdot (1/\sigma_{ct} - n/\sigma_{at})$$

Donde:

$$E_s = 2.1E6$$

$$E_c = 15.000 \sqrt{f'_c}$$

$n = E_s/E_c$  = relación de módulos

$\sigma_{ct}$  = Esfuerzo o tracción del concreto.

$\sigma_{at}$  = Esfuerzo a tracción del acero.

Además:

$$\sigma_{ct} = 0.80 \cdot f'_c \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Esfuerzo admisible a tracción del concreto}$$

$$\sigma_{at} = 1.500 \text{ kg/cm}^2$$

#### c) Acero de refuerzo

La armadura puede estar sometida a tracción o compresión, pudiendo determinarse de la siguiente manera.

c-1) Cuando P es de compresión (-)

Se determina considerando la cuantía mínima para elementos a compresión, es decir:

$$A_s = 0.01 * A_c.$$

Siempre que:

$$P_c > p$$

Siendo:

$$P = \phi * 0.80 * (0.85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * F_y)$$

**c-2) Cuando P es de tracción (+)**

Se considera que la tracción en el viga es resistida íntegramente por el acero, según esto:

$$A_s = P / \sigma_{at}$$

Siendo:

$\sigma_{at}$  = esfuerzo a tracción del acero.

$\sigma_{at} < \frac{1}{2} F_y < 2100 \text{ kg/cm}^2$  R.N.E. - E.030 (AÑO 2003) TIT. VIII CAP. X 1003.

Considerando:

$$\sigma_{at} = 1.500 \text{ k/cm}^2 \text{ Esfuerzo admisible a tracción del acero.}$$

### 8.10.2. Cálculos

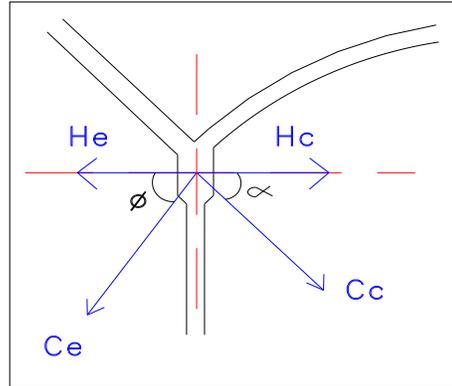
La viga de fondo se halla sometido a las compresiones del fondo cónico y del fondo esférico debido a que los esfuerzos de membrana NI en el extremo de estos elementos no son verticales.

En este caso es la viga circular de borde quien absorbe la componente horizontal de dichos esfuerzos los mismos que pueden ser a tracción o compresión.

Cuanto mayor sea la viga los esfuerzos de flexión serán menores.

a) DATOS:

ro	4.306	m.
Cc = Compresión del fondo cónico. Ce = Compresión del fondo esférico. de la figura se obtiene.		
Nle=Ce=	-23561.54	Kg/ml
Nllc=Cc=	20398.72	Kg/ml
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Φ1	36.87	°
Φ2	36.02	°



b) LA FUERZA "P" SOBRE LA VIGA

$P = r_o * (C_e * \cos(\Phi_1) - C_c * \cos(\Phi_2))$		
P=	-152207.53	Kgs.

$\sigma_{ct}$	22.4	Kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{at}$	1500	Kg/cm <sup>2</sup>
Ac	7606.75	cm <sup>2</sup>

Consideramos una viga circular de 0.80 x 1.00 m <sup>2</sup>		
Ac (cm <sup>2</sup> ) =	8000.00	
seccion =	0.80	1.0

c) ARMADURA PRINCIPAL

As	80.0	cm <sup>2</sup>
8 Φ 1" + 14 Φ 3/4" estribos Φ 3/8" @ 0.20		

d) Peso

Wviga fondo	51.95	Tn
-------------	-------	----

\*\* El hecho de considerar una sección de viga mayor a la calculada se debe fundamentalmente que esta sección permite disminuir los esfuerzos de flexión tanto en el fondo cónico como en el esférico, ya que de lo contrario tendríamos que aumentar el espesor del fondo como de su armadura.

### 8.11 Diseño De Fuste Cilíndrico

Con los valores obtenidos del análisis dinámico modal (cortantes y momento de volteo) para 10 masas procedemos a determinar la armadura del fuste, para lo cual determinamos los esfuerzos aplicando las formulas presentadas en la referencia 7 usadas para el cálculo de chimeneas (A.C.I.307-03) y que según el autor son también aplicables para el caso de fuste de reservorios.

En la referencia 7 se plantean 2 tipos de fustes, uno con abertura y otro sin elle; debido a que la única abertura es la de la puerta de ingreso y esta representa un ángulo pequeño consideramos sólo el caso sin abertura.

De la figura:

$$F'Ce = \frac{W.A.}{2.r.t.\{(1-P)B - n.p.c\}} \dots\dots\dots(1)$$

$$fc = F'ce.\{1 + t/(2.r.A)\} \dots\dots\dots(2)$$

$$fs = n.F'ce.D \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

W = Peso de la estructura sobre el nivel

M = Momento de volteo en el nivel analizado (Kg.xcmt)

e = M/W = Excentricidad (cm)

rm = Radio medio del fuste (cm.)

t = Espesor de fuste (cm)

r = Cuantía

rmin = 0.0025

n = Es/Ec

A,B,C,D = Constante de la tabla 2.

fc = Esfuerzo del concreto en la fibra más alejada.

Fs = esfuerzo del acero.

$\alpha$  = Angulo en el cual se ubica el eje neutro y donde se presentan los mayores esfuerzos (depende de la cuantía y la relación e/rm)

### 8.11.1 Consideraciones del diseño

**a) Esfuerzos permisibles**

**a-1) Para el concreto**

$$f_c \leq 0.375 f'c'$$

**a-2) Para el acero**

$$f_s \leq 1266 \text{ kg/cm}^2 \text{ (18.000 psi)}$$

$$\text{para } F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

**b) Acero vertical**

$$A_s \text{ min} = \phi \ 1/2" = 0.30$$

$$A_s \geq 0.0020 * A_c$$

**c) Acero Horizontal**

$$A_s \text{ min} = \phi \ 1/2" = 0.30$$

$$A_s \geq 0.0020 * A_c$$

**d) Acero en abertura**

- A cada lado vertical se le colocará la mitad del refuerzo interrumpido.

- Arriba y abajo se colocará la mitad del refuerzo horizontal interrumpido pero no menor que:

$$A_s = 0.70 * f_c * t * s / f_s$$

Siendo:

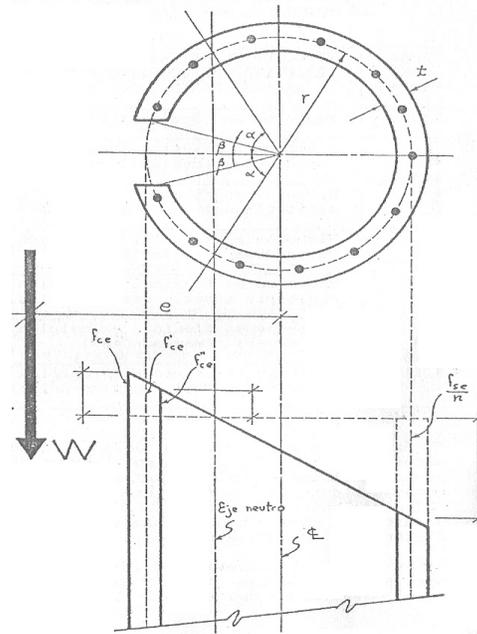
$$f_c = 0.375 * f'c'$$

$$f_s = 1.680 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Para } F_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2)$$

t = espesor (cm)

s = Ancho de abertura.

En cada esquina se colocará un refuerzo diagonal igual a  $0.508 * t \text{ cm}^2$ , donde t es el espesor en cm.



### 8.11.2 Cálculos

**a) Momentos de volteo**

Con los datos del análisis dinámico en la que determinamos el momento de volteo y excentricidades.

**b) Constantes para tablas**

Con  $n = 8$ ;  $e/r = 0.80$ ; para  $\beta = 0^\circ$  entramos a la tabla 1 (Pág. 206) para obtener los valores de  $\alpha^\circ$  para las cuantías establecidas (ver cuadro N° 2)

Datos:

n	8
B	0°
e/r	0.92

	A	B	C	D	$\rho$
70°	0.60	0.50	1.00	2.00	0.001
75°	0.75	0.60	0.80	1.75	0.002
80°	0.85	0.75	0.50	1.40	0.004
85°	0.90	0.80	0.25	1.20	0.006
90°	1.00	1.00	0.00	1.00	0.01
95°	1.13	1.20	-0.25	0.80	0.15
100°	1.18	1.30	-0.50	0.75	0.024

Con los valores de  $\alpha$  entramos a la tabla para determinar las constantes A,B,C y D.

$$f'_{ce} = (W \times A) / (2 \times r \times t \times ((1-p) \times B - n \times p \times C)) \dots\dots \text{Esfuerzo del fuste}$$

$$F_{concreto} = (f'_{ce}) \times (1 + (t/2 \times r \times A)) \dots\dots\dots \text{Esfuerzo del concreto}$$

$$F_{acero} = n \times (f'_{ce}) \times D \dots\dots\dots \text{Esfuerzo del acero}$$

**DATOS:**

Peso total (W)	5667.000	Tn
Rm =	7.4	m
F'c=	245.0	Kg/cm2
Fy=	4200.0	Kg/cm2
n=	8.0	
Fcon.(kg/cm2)	91.9	Esfuerzo permisible del concreto
Face.(kg/cm2)	1266.0	Esfuerzo permisible del acero

**c) Esfuerzos**

Reemplazando los valores de A, B, C, y D en las expresiones 1, 2 y 3 se determina los esfuerzos  $f_c$  del concreto y  $f_s$  del acero para diferentes valores de  $t$  ( )

Podemos notar que el menor esfuerzo lo obtenemos para un espesor de fuste  $t = 0.40$  m. con lo cual calculamos la sección de acero para diferentes valores de  $t$  (0.30 0.40 0.50) y determinamos el espesor recomendado (cuadro N° 4) teniendo en cuenta que:

$$f_c \leq 92 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s \leq 1.266 \text{ kg/cm}^2 +$$

Espes	25.00			30.00			40.00			50.00		
	$f'_{ce}$	Fcon	Face									
70°	18.697	71.3	299.2	15.581	68.2	249.3	11.686	64.3	187.0	9.349	62.0	149.6
75°	19.603	63.8	274.4	16.336	60.5	228.7	12.252	56.4	171.5	9.801	54.0	137.2
80°	17.810	53.2	199.5	14.841	50.2	166.2	11.131	46.5	124.7	8.905	44.3	99.7
85°	17.600	50.6	169.0	14.667	47.7	140.8	11.000	44.0	105.6	8.800	41.8	84.5
90°	15.471	41.6	123.8	12.892	39.0	103.1	9.669	35.8	77.4	7.735	33.9	61.9
95°	13.112	32.7	83.9	10.926	30.5	69.9	8.195	27.8	52.4	6.556	26.2	42.0
100°	13.242	32.2	79.5	11.035	30.0	66.2	8.276	27.2	49.7	6.621	25.6	39.7

Podemos notar que el mayor esfuerzo lo obtenemos para un espesor del fuste  $t=30\text{cm}$  con lo cual calcularemos la sección del acero

- g) Area de concreto  
 $A_c = t \times 100$   
 $A_c \text{ (cm}^2/\text{m)} = 2500.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
- h) Acero vertical (cm<sup>2</sup>)  
 $A_{sv} = p \times A_c$   
 $A_{sv} \text{ (cm}^2) = 1875.00$   
 usamos varillas de 3/4" @ 0.25m en doble malla
- i) Acero horizontal (cm<sup>2</sup>)  
 $A_{sh} = 0.0020 \times A_c$   
 $A_{sh} \text{ (cm}^2) = 5.00 \text{ cm}^2$   
 usamos varillas de 1/2" @ 0.25m en doble malla
- j) **Peso**

Wfuste	158.22	Tn
--------	--------	----

## 8.12 Diseño de Cimentación

El diseño de la cimentación se hará considerando una placa circular, que permitirá un mejor comportamiento de la estructura con el terreno de fundación.

Para el efecto basaremos nuestro análisis en la teoría de placas presentado por Timoshenko (11), con las soluciones a las ecuaciones presentadas por Cunza Lmas (10).

Para el análisis se toman los conceptos de la teoría de la elasticidad, llegándose a tener la ecuación de placas isotropitas, considerando las siguientes hipótesis:

- El plano medio de la placa permanece neutro durante la flexión.
- Antes de la flexión los puntos que pertenecen a una normal al plano medio de la placa, permanecen después de la deformación de una normal a la superficie media de la placa.

- Las ascensiones normales en la dirección transversal de la placa son despreciables.

Basados en estas hipótesis se presentan las siguientes ecuaciones diferenciales que gobiernan las placas isotropitas de espesor constante, sometidas a cargas simétricas.

$$D \cdot (d^2/dr^2 + 1/r \cdot d/dr) (d^2/dr^2 + 1/r \cdot d/dr) \cdot w_r - x_0 = 0$$

.....(1-a)

$$Q_r = -D \cdot (d^2 w_r / dr^2 + u/r \cdot d w_r / dr - 1/r^2 \cdot d w_r / dr) \quad (1-b)$$

$$M_r = -D \cdot (d^2 w_r / dr^2 + u/r \cdot d w_r / dr)$$

$$M_\theta = -D \cdot (u \cdot d^2 w_r / dr^2 + 1/r \cdot d w_r / dr)$$

Siendo:

$Q_r$  = Fuerza cortante a una distancia “r” del origen, por unidad de longitud en la dirección tangencial.

$M_r$  = Momento flexionante que gira en el plano radial, por unidad de longitud en la dirección tangencial.

$M_\theta$  = Momento flexionante que gira en el plano tangencial, por unidad de longitud en la dirección radial.

D = Rigidez de lámina a flexión

$$D = E \cdot h^3 / (12 \cdot (1 - u^2))$$

$x_0$  = Presión que se aplica sobre la superficie de la placa (+), (-)

$$w_r = w_g + w_o$$

$w_r$  = Deflexión de la placa en el punto “r”

$w_g$  = solución general

$w_o$  = solución particular

$$M = (M_r + M_\theta) / (1 + u)$$

Se estudiará el caso particular desarrollado en la referencia (10) para una placa sobre “cimentación rígida” (los desplazamientos verticales de todos los puntos del suelo en el plano de contacto con la cimentación son iguales entre sí, es decir asentamiento uniforme).

De la ecuación 1 (a) se tiene:

$$\left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr}\right) \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr}\right) wr = \frac{x_0}{D} \quad (2)$$

Siendo  $x_0$  la presión sobre cada punto de la placa, que se denominará por con signo negativo por ser opuesto a  $x_0$ .

La ecuación general para este tipo de placas, solución de la ec. (2) es:

$$Wr = w_0 + C1 + t^2.C2 + t^2.Lnt.C3 + Lnt.C4.$$

$$dwr = \frac{1}{a} \left[ \frac{dwo}{dt} + 2.t.C2 + t.(1 + 2.Lnt).C3 + \frac{C4}{t} \right]$$

$$Qr = -\frac{D}{a^3} \left[ \frac{d^3wo}{dt^3} + \frac{1}{t} \cdot \frac{d^2wo}{dt^2} - \frac{1}{t^2} \cdot \frac{dwo}{dt} + \frac{4}{t} \cdot C3 \right]$$

$$Mr = -\frac{D}{a^2} \left[ \frac{d^2wo}{dt^2} + \frac{u}{t} \cdot \frac{dwo}{dt} + 2(1+u)C2 + (1+3u) + 2(1+u)Lnt \right] C3$$

$$Mt = -\frac{D}{a^2} \left[ u \frac{d^2wo}{dt^2} + \frac{1}{t} \cdot \frac{dwo}{dt} + 2(1+u)C2 + (1+3u) + 2(1+u)Lnt \right] C3$$

$$+ \frac{(1-u)}{t^2} C4$$

Donde:  $t = r/a$

Para el caso de placa circular sometida a una carga distribuida  $P_0$  sobre una circunferencia de radio  $a$  se tiene como solución:

Tramo  $0 \leq t \leq 1$

$$wr = -\frac{P_0.c^4}{o^4.D} \left[ \frac{2.x1}{(1+u)} \cdot (1+t^2) + t^4 - 1 \right]$$

$$Qr = \frac{P_0.c.t}{2}$$

$$Mr = -\frac{P_0.c^2}{16} [x1 - (3+u).t^2]$$

$$Mt = -\frac{P_0.c^2}{16} [x1 - (3+u).t^2]$$

Tramo  $1 \leq t \leq b$

$$wr = -\frac{Po.c^4}{o4.D} \left[ \frac{2.2x.(1-t^2)}{(1+u)} - 8.b^2.(1-t^2).Lnt + t^4 - 1 \right]$$

$$Qr = -\frac{Po.c}{2} \left[ \frac{b^2}{t} - t \right]$$

$$Mr = -\frac{Po.c^2}{lo} \left[ x1 - (3+u)t^2 - 2(1-u)b^2 \left( \frac{1}{t^2} - 1 \right) + 4(1+u)b^{2.Lnt} \right]$$

$$Mt = -\frac{Po.c^2}{lo} \left[ x1 - (1+3u)t^2 - 2(1-u)b^2 \left( \frac{1}{t^2} - 1 \right) + 4(1+u)b^{2.Lnt} \right]$$

Siendo a = radio de la placa

$$Po = P/(\pi \cdot a^2)$$

$$t = r/c$$

$$b = a/c$$

$$x1 = 2.(1-u) + (1+3u).b^2 - 4.(1+u).b^2.Lnb$$

$$x2 = 2.(1-u) - (3+u).b^2 - 4.(1+u).b^2.Lnb$$

### 8.12.1 Consideraciones de diseño

El momento actuante Mr o Mt esta dado por:

$$M = K \cdot 0.9 \cdot f'c \cdot b \cdot d^2$$

De donde:

$$K = M / (0.9 \cdot f'c \cdot b \cdot d^2) \quad (I)$$

Siendo:

f'c = Resistencia del concreto a compresión

Fy = Resistencia de fluencia del acero.

b = Ancho tributario. (1mt)

t = Espesor de placa

d = 7.5 cm.

Recb = 7.5 cm.

$$W = (1 - 1.236k) / 1.18 \quad (II)$$

Sea:

$$> \min$$

Min = 0.002 (para losas)

### 8.12.2 Calculo

**DATOS:**

wt (terreno)                      1800 Kg/m<sup>3</sup> =                      1.8 Tn/m<sup>3</sup>  
h (terreno) =                      1.0 m  
H (zapata) =                      1.0 m.

Peso de la Estructura  
Pe=                      1190.74 Ton.

Peso del terreno  
Pt=                      104.850 Ton.

Peso dde Zapata  
Pz=                      279.600 Ton.

Peso total  
PT =                      **1575.19** Ton.

Hallamos el momento resistente:  
Mr =                      **14176.75** Ton-m

El momento de volteo.  
Mv =                      **2677.77** Ton-m

La relacion Mr/Mv sera:  
Mr / Mv =                      5.00      >      1.5                      OK!!!

Hallamos la carga distribuida sobre la cimentacion.  
Po = Pt / (3.1416\* R<sup>2</sup>)

Po =                      **13.521** Ton / m<sup>2</sup>

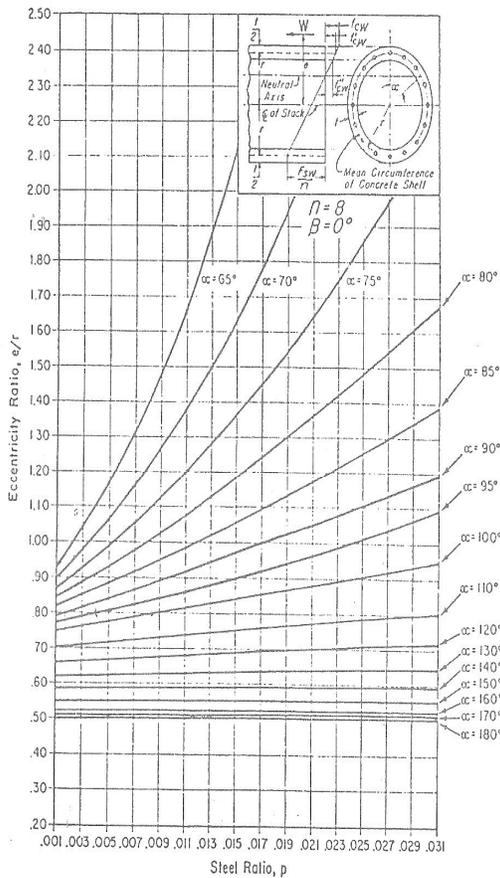
Con estos valores determinamos los esfuerzos de flexion en cimentacion rigida.

**DATOS:**

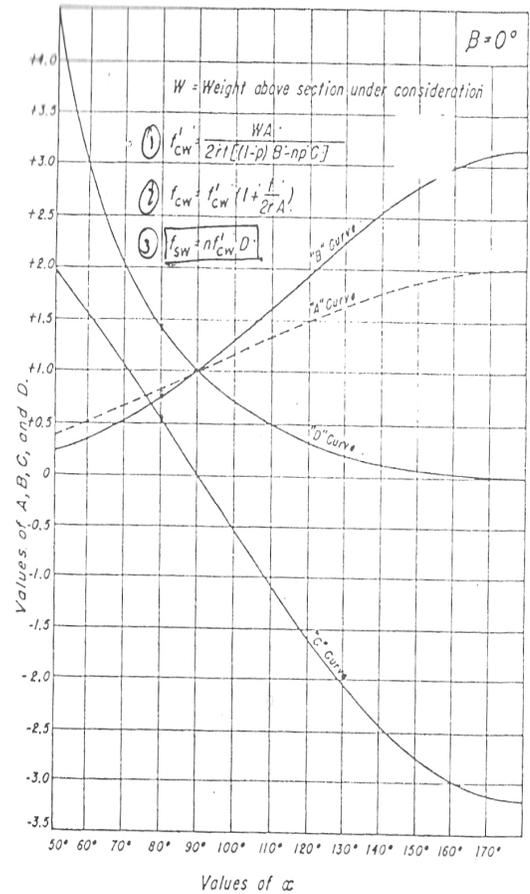
u =                      0.166                      X1 =                      1.4312  
Po =                      13.521 Ton / m<sup>2</sup>                      X2 =                      -7.8968  
H(zapata) =                      1.0 m.  
E concreto =                      2100000 Kg / cm<sup>2</sup>  
c fuste =                      4.31 m.  
a cuba =                      6.09 m.  
F'c=                      245.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
d (peralte) =                      92.50 cm.

R (m)	t	b	Mr (Tn-m/ml)	Mt (Tn-m/ml)	As (Mr)	As (Mt)	ri (Mr)	ri (Mt)
0.50	0.116	1.414	-21.756	-22.108	6.913	7.025	5/8"@.25	5/8"@.25
1.00	0.232	1.414	-19.749	-21.159	6.276	6.724	5/8"@.25	5/8"@.25
1.50	0.348	1.414	-16.405	-19.576	5.213	6.221	5/8"@.25	5/8"@.25
2.00	0.464	1.414	-11.723	-17.361	3.725	5.517	1/2"@.25	5/8"@.25
2.50	0.581	1.414	-5.703	-14.513	1.812	4.612	1/2"@.25	5/8"@.25
3.00	0.697	1.414	1.655	-11.031	0.526	3.506	1/2"@.25	1/2"@.25
3.50	0.813	1.414	10.350	-6.917	3.289	2.198	1/2"@.25	1/2"@.25
4.00	0.929	1.414	20.383	-2.170	6.477	0.690	5/8"@.25	1/2"@.25
4.50	1.045	1.414	20.902	1.179	6.642	0.375	5/8"@.25	1/2"@.25
5.00	1.161	1.414	9.118	0.886	2.897	0.282	5/8"@.25	1/2"@.25
5.50	1.277	1.414	2.506	0.330	0.796	0.105	1/2"@.25	1/2"@.25
6.00	1.393	1.414	0.055	0.009	0.017	0.003	1/2"@.25	1/2"@.25
6.09	1.414	1.414	0.000	0.000	0.000	0.000	1/2"@.25	1/2"@.25

**TABLAS PARA EL DISEÑO DE FUSTE CILINDRICO**



Values of  $\alpha$  for  $n = 8$  and  $\beta = 0$  deg



Variables affecting wind and dead loads ( $\beta = 0$  deg)

## CAPITULO IX: IMPACTO AMBIENTAL

### 9.1 Resumen Ejecutivo

El área de estudio corresponde al C.P. Cruz de Médano, ubicado en el distrito de Morrope, perteneciente a la provincia de Lambayeque. La parcialidad de cobertura e inoperatividad en ocasiones del sistema de agua potable , así como la nula actividad del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales del C.P. Cruz De Médano están causando diversos impactos ambientales. Los principales factores que generan dichos impactos se mencionan a continuación:

- La inoperatividad ocasional de pozo que constituye la única fuente de abastecimiento de agua potable de la localidad.
- La carencia de agua potable que vienen experimentando los pobladores del Centro Poblado
- La insuficiencia de la infraestructura existente para atender a la demanda actual.
- La falta de conocimiento e indiferencia de la población ante el incremento de enfermedades de origen hídrico.
- La limitada gestión operativa de EPSEL.

Como parte del Expediente Definitivo para la “Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano – Lambayeque”, se ha elaborado el presente Estudio de Impacto Ambiental en el cual se describe las características del Medio de la zona donde se ubica la Captación, Línea de conducción, Reservorio, Línea de Aducción y Red de

distribución motivo de las rehabilitaciones y/o mejoramientos - ampliación. Se ha describe, también, la situación del abastecimiento de agua en condición actual.

El Estudio de Impacto Ambiental considera inicialmente el diagnóstico ambiental actual de la zona donde se realizará el proyecto, ubicada en la Localidad de Cruz de Médano del distrito de Mórrope.

En forma general las principales deficiencias identificadas en el sistema de agua potable viene a ser la rehabilitación en la captación, cámara húmeda y cámara seca en mal estado, línea de conducción expuesta por tramos y con deficiencias hidráulicas en su funcionamiento, reservorio existente deficiente en capacidad para atender la demanda asimismo las instalaciones hidromecánicas inadecuadas, redes de distribución instaladas sin dirección técnica con ampliaciones desordenadas según se dio el crecimiento de la ciudad y conexiones domiciliarias sin cajas ni medidores.

Técnicamente el Proyecto tiene por objetivo la ampliación, mejoramiento y rehabilitación del sistema de agua potable mediante una serie de trabajos plasmados en partidas que conforman el presupuesto del presente expediente técnico en forma particular según su condición actual. Se consideran una serie de partidas a ser ejecutadas en la captación, líneas de conducción y aducción rehabilitación del reservorio existente, instalación de redes de distribución divididas en zonas de presión.

#### ESTACION DE BOMBEO

- Habilitación del equipo de bombeo.

#### LINEA DE IMPULSION

- Habilitación de tubería PVC ISO 777.36m de diámetro Ø200mm.

- Excavación de zanjas.
- RESERVORIO
- Construcción de reservorio de Agua Potable 600 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Rehabilitación y pintado de reservorio.
- Aplicación de aditivo p/impermeabilización.
- Limpieza de muros exteriores con escobillas.
- Pintado exterior de muros con pintura mate.
- Prueba hidráulica y Evacuación del agua del reservorio.
- Limpieza y desinfección de reservorio.
- Pintado accesorios metálicos y puerta con pintura anticorrosiva y esmalte.

#### REDES DE DISTRIBUCION – CONEXIONES DOMICILIARIAS

- Excavación de zanjas
- Instalación de tuberías de PVC ISO 150mm = 4874.08 m, 100mm = 5321.43 de tubería PVC
- conexiones domiciliarias

En tanto que las obras preliminares son:

Campamento.

Construcción provisional de almacén para guardianía, cartel de identificación de la obra.

Las actividades enunciadas arriba en su ejecución determinarán impactos de tipo positivo y negativo en el Medio, estos impactos han sido determinados en forma cualitativa y cuantitativa. En el presente se han identificado y evaluado estos

impactos concluyéndose que existen impactos predominantemente negativos, de carácter moderado sobre todo en la etapa de ejecución de las obras.

Los impactos negativos que se presentan en la fase de construcción se dan sobre el medio físico (agua, aire, suelo), biológico y socioeconómico, detectándose mayor magnitud en lo relacionado a la calidad del aire y suelo, la salud y seguridad de los trabajadores, alteración del paisaje, presentando impactos negativos moderados, básicamente estos impactos tienen mayor significancia luego de los trabajos de trazo y replanteo de obra.

El impacto que tiene mayor significancia esta relacionado con el movimiento de tierra, producción y aumento de ruido ambiental y niveles medios de polvo. En general, los impactos ambientales negativos son temporales, es decir, se presentarán por tiempos cortos en el lapso de duración de la obra y localizada en un área mínimas aproximada de 9,600 m<sup>2</sup> considerando 5 m en cada lado del eje de zanja.

Dentro de los impactos ambientales positivos se encuentra los relacionados con el nivel de empleo temporal y el ingreso a la economía local, los cuales tiene una significancia mediana sobre el entorno. También en la etapa de Operación y mantenimiento existen impactos positivos moderados sobre el entorno ambiental.

En la etapa de operación y mantenimiento, también, se han detectado impactos negativos de carácter moderado, que de no tomarse las precauciones del caso incidirían negativamente sobre la salud y seguridad de los trabajadores, por lo que la empresa encargada de la operación del sistema deberá de proveerlos de la

indumentaria necesaria de seguridad y de prevención contra enfermedades ocupacionales, asimismo se recomienda que los operadores reciban charlas periódicas de sensibilización sobre seguridad e higiene industrial.

En la etapa de abandono del sistema se presentan impactos negativos de significancia moderada.

En vista de que los impactos ambientales positivos indican la viabilidad del Proyecto, aplicando las medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos y debido a que el Proyecto constituiría un factor de desarrollo local se ha propuesto, como parte del presente, el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, el cual se ha elaborado en base a toda la información generada por el Estudio de Impacto Ambiental.

En toda obra de infraestructura como la que se proyecta en este Expediente Técnico, existe la probabilidad de ocurrencia de eventualidades que escapan a lo planeado en la ejecución y que pueden afectar la salud de las personas o los bienes de terceros. Por lo que se han planteado los Planes de Monitoreo y Contingencias.

Finalmente el Plan de Cierre y/o Abandono tiene como objetivo, establecer el Programa de actividades y acciones que se realizará para remediar los impactos operacionales, a fin de restablecer las condiciones del ambiente y los recursos usados durante la ejecución del Proyecto, devolviendo de esta manera las condiciones que tenía el ambiente antes del Proyecto, es decir, consolidar el compromiso de uso sostenible de los recursos naturales en el Proyecto.

Todo lo indicado está incluido en el presente Estudio de Impacto Ambiental y su puesta en ejecución corresponderá a la Contratista y a la Supervisión.

## **9.2. Marco Legal**

La base legal del estudio ambiental lo constituyen las siguiente Normas Nacionales:

- Constitución Política del Perú del año 1993

El Artículo 2do. Inciso 22, establece el reconocimiento al ciudadano a gozar de un ambiente adecuado para el desarrollo de su vida, es decir establece los derechos ciudadanos desde el punto de vista ambiental.

- Ley No. 28611 Ley general del Medio Ambiente 13 de Octubre 2005

Entiéndase, para los efectos de la presente Ley, que toda mención hecha al "ambiente" o a "sus componentes" comprende a los elementos físicos, químicos y biológicos de origen natural o antropogénico que, en forma individual o asociada, conforman el medio en el que se desarrolla la vida, siendo los factores que aseguran la salud individual y colectiva de las personas y la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y el patrimonio cultural asociado a ellos, entre otros.

- Código Penal

Este código de Abril 1991, considera los delitos contra la salud pública, de contaminación y propagación. Es necesario indicar que para que el Ministerio Público formule la denuncia respectiva el sector afectado deberá presentar un informe.

- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada

El D.L. No 757 y sus Modificatorias de Noviembre 1991, establece el equilibrio entre el libre mercado y la normativa ambiental.

Esta ley regula las competencias ambientales respecto a las autoridades sectoriales, así mismo en relación a los Estudios de Impacto Ambiental.

Actualmente se está tratando el concepto de Autoridad Ambiental con la implementación de las políticas y acciones del CONAM.

- Ley del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM)

Con Ley No 26410 de Diciembre 1994, se crea el organismo rector de la política nacional del ambiente, entre sus funciones establece los criterios generales para la elaboración de los EIA y fija los límites máximos permisibles y la supervisión de la política ambiental por de los gobiernos locales.

- Ley de Evaluación del Impacto Ambiental para Obras y Actividades

La Ley No 26786 de Mayo de 1997, modifica el D.L. No 157, adecuando la relación entre el CONAM y los sectores relacionados con los EIA. Establece la adopción de medidas de seguridad ante peligros graves para el ambiente.

- Ley Orgánica de Municipalidades

La Ley N° 23853 y sus Modificatorias de 6 Mayo de 2002, establece un conjunto de funciones en materia de seguridad colectiva, así como población, salud y saneamiento ambiental.

- Ley Orgánica del Sector Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción D.S. N° 25962 de Noviembre 1992

- Ley General de Salud N° 26854 de Julio 1997

Deroga el antiguo Código Sanitario y establece normas referentes a la salud que son de orden público y por lo tanto regula la protección del Medio Ambiente.

- Ley sobre Administración de las Áreas Verdes de Uso Público

La Ley N° 26664 de Septiembre 1996 establece el hecho de que los parques metropolitanos y zonales, pistas, plazuelas, jardines y todas las áreas verdes de uso público bajo administración municipal forman parte de un sistema de áreas recreativas y de reserva ambiental con carácter de intangibles, inalienables e imprescriptibles.

- Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento SUNASS, Ley N° 26284 (Ene./1994)

Regula el marco de competencia de los servicios de saneamiento de la SUNASS (Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Disposición Sanitaria de excretas) respecto a las Entidades Prestadoras de Servicios.

- Norma igualmente las funciones y atribuciones de estas Entidades, la fiscalización y sanciones hacia las mismas, su organización, régimen de personal y económico.

- Reglamento de la Ley General de la SUNASS, D.S. N° 24-94-PRES (Octubre 1994).

Regula con mayor detalle los elementos previstos en su Ley General.

- Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338 (Julio 1998)

Establece las normas que rigen la prestación de los servicios de saneamiento (disposiciones generales, órganos reguladores, sistemas que comprenden los servicios, prestación de los servicios - regulando las relaciones entre las entidades prestadoras y los usuarios, tarifas, participación del sector privado, uso de bienes de terceros y estado de emergencia.

- Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, D.S. N° 09-95-pres (agosto 1995)

Regula con mayor detalle los elementos previstos en su Ley General.

- Reglamento de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Humano y Medio Ambiente, D.S. N° 007-85-VC (Febrero 1995)

En el marco normativo general de las funciones, atribuciones y competencias de los Gobiernos locales en cuanto a responsabilidad de la promoción, orientación y control del desarrollo local, regula las acciones ediles referentes a la preservación, recuperación y desarrollo del medio ambiente - natural o transformado - velando por la calidad del mismo.

Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, D.S. N° 002-92-SA (funciones de la dirección ejecutiva de ecología y medio ambiente).

A través de los organismos como la Dirección General de Salud Ambiental, la Dirección Ejecutiva de Ecología y Medio Ambiente, Dirección Ejecutiva de Saneamiento Rural (DISABAR) y el Instituto Nacional del Medio Ambiente para la Salud (INPMAS), este portafolio desarrolla diversas funciones en materia ambiental.

- Reglamento de Aseo Urbano, D.S. N° 033-81-SA (Diciembre 1981), modificado por D.S. N° 037-83-SA (Septiembre 1983)
- D.S. N° 6 - STN (Enero 1964), Reglamento para la disposición de basura mediante el empleo del método de relleno sanitario.
- Reglamento Nacional de Construcciones, D.S. N° 039-70-VI y D.S. N° 063-70-VI.
- Reglamento sobre Seguridad Laboral en la Construcción Civil, RM N° 153-85-VS-C-9600.

- Ley de Residuos Sólidos Ley N° 27314 de julio del 2000, establece un marco legal moderno y promueve la participación del sector privado en esta actividad. Se establece que la gestión de los residuos supone un manejo integral y sostenible, en el marco de la política ambiental nacional.

### **9.3 Introducción**

Las acciones humanas afectan de manera directa e indirecta los ecosistemas existentes en los alrededores donde se ejecutan aquellas, modificando como consecuencia el desenvolvimiento natural de estas.

Las evaluaciones de Impacto ambiental pretenden establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente.

Siendo una herramienta necesaria para paliar los efectos generados por la degradación progresiva del medio natural o de los ecosistemas urbanos, con incidencia especial en la contaminación de recursos hídricos, geológicos y paisajísticos, ruptura del equilibrio biológico y de cadenas tróficas como consecuencia de la destrucción de especies biológicas y la perturbación debido a desechos o residuos urbanos.

Las actividades constructivas de rehabilitación mejoramiento y ampliación del Sistema de agua potable es presumible que generen alteraciones y desequilibrios en los entornos naturales y rural-urbanos donde se ubican. El Estudio de Impacto Ambiental, como se señaló, procura definir y establecer las medidas tendientes a mitigar los impactos negativos de aquellas actividades constructivas y operacionales en el entorno.

#### **9.4 Objetivo del Estudio de Impacto Ambiental**

##### **Objetivo General:**

El objetivo general del Estudio de Impacto Ambiental es la identificación, predicción e interpretación de los impactos que las obras de “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Medano – Lambayeque*”, producirían en su entorno en caso de ser ejecutado, así como la prevención, valoración y corrección de los mismos.

##### **Objetivos Específicos:**

En el presente estudio ambiental se evaluará y propondrá lo siguiente:

Detectar, identificar y evaluar los Impactos Ambientales generados por la “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Medano –Lambayeque*”,

Evaluación de las consecuencias ambientales a generarse durante las actividades “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Medano –Lambayeque*”,

Proposición de medidas para la mitigación de los efectos negativos.

Toda esta elaboración en base a las condiciones actuales en que se encuentra el ámbito del proyecto.

## **9.5. Descripción del área de influencia del proyecto**

El Área del proyecto tiene su principal característica en la mínima ocupación rural del espacio en cada lugar de ubicación de los componentes del Sistema de agua potable y Alcantarillado. A continuación describiremos los aspectos básicos del proyecto y luego la caracterización ambiental general de la zona del Proyecto.

### **9.5.1 Descripción Técnica del Proyecto.**

El Proyecto a ejecutarse se denomina “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano –Lambayeque*”, de la localidad de Cruz de Médano, Distrito de Morrope, Provincia de Lambayeque Departamento de Lambayeque”, y tiene por objetivo la “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano – Lambayeque*”, de lo señalado a fin de que consolide su capacidad de abastecimiento al total de la población de Cruz de Médano.

Técnicamente el Proyecto comprende la “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano –Lambayeque*”, de la zona de estudio. La ampliación consiste en llevar el servicio de agua potable de calidad a los sectores de la localidad de Cruz de Médano que en la actualidad cuentan con el servicio, el mejoramiento consiste en una serie de actividades de demolición, reposición, rehabilitación y cambio de accesorios deteriorados en cada una de las estructuras existentes, en forma particular según su condición actual asimismo se efectuará obras provisionales.

En cuanto a las obras para solucionar las deficiencias identificadas en el “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano –Lambayeque*”. son las siguientes:

- Instalación de cerco perimétrico de protección en captación y reservorios.
- Desinstalación y montaje de una nueva tapa sanitaria con seguro.
- Tarrajeo interior del techo de la cámara húmeda y cámara seca
- Tarrajeo impermeabilizado de las cámaras húmeda y seca.
- Desinstalación e instalación de nuevos accesorios en la cámara húmeda (canastilla, codos, niples, cono de rebose y tubería de salida etc.)
- Desinstalación e instalación de nuevos accesorios en la caja de válvulas o cámara seca (válvulas de bronce de salida , uniones universales y niples)
- Pintura general
- Instalación de 1,481 ml de tubería PVC  $\varnothing$  2" (río Morrope - reservorio)
- Profundización de zanja incluyendo cama de apoyo y rellenos compactados luego de las respectivas pruebas hidráulicas.
- Instalación de 04 válvulas de aire
- Instalación de 04 válvulas de purga
- Instalación de equipo de cloración (hipo cloradores).
- Instalación de macro medidor Cambio y reubicación de todos los accesorios en caseta de válvulas.
- Rehabilitación de revoques y enlucidos (techo, cuba) del reservorio
- Rehabilitación redistribución y cambio de todos los accesorios en caseta de válvulas.
- Construcción de reservorio de capacidad de 30 m<sup>3</sup> incluidos las instalaciones hidráulicas.

- Pintado general del reservorio
- Red de aducción instalación de 393 ml de tubería PVC  $\varnothing$  3" (reservorio - cruce)
- Profundización de zanja incluyendo cama de apoyo y rellenos compactados luego de las respectivas pruebas hidráulicas.
- Instalación de 02 válvulas de aire
- Instalación de 02 válvulas de purga
- Instalación de 4, 647 ml de tubería PVC  $\varnothing$  3/4",  $\varnothing$  1/ 3",  $\varnothing$  2",  $\varnothing$  3" en toda la red de distribución.
- Construcción de cajas para válvulas (compuerta, purga, aire)
- Suministro e instalación de válvulas (compuerta, purga, aire)

Se ha proyectado ejecutar el 100 % de las conexiones domiciliarias

Las obras preliminares son:

- Campamento.
- Construcción provisional de almacén para guardianía, cartel de identificación de la obra.

### **9.5.2 Aspectos básicos del área del proyecto**

La obra se desarrolla en el Centro Poblado Cruz de Médano. Las actividades constructivas a proyectarse estarán concentradas en el entorno de la "*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano –Lambayeque*".

### **9.5.2.1 Medio ambiente físico**

#### Climatología:

La localidad de Cruz de Médano cuentan con un clima tropical árido característico de la costa norte del país (oscila entre los 16 °C a 31 °C) y frígido seco durante el atardecer y la noche con temperaturas templadas, presenta las siguientes características definiéndose dos estaciones en todo el año:

#### Calidad del Aire:

En las zonas del Estudio el aire presenta muy baja o nula contaminación a no ser por mínimas cantidades de partículas y polvo sobre todo porque el proyecto se ubica en las cercanías de las zonas de cultivo de Cruz de Médano.

#### Recursos hídricos:

Las fuentes hídricas para el proyecto, corresponden a los afluentes que circundan a la localidad de Cruz de Médano, en los que tienen sus nacientes los ríos, quebradas y manantes que se ubican dentro y en las proximidades del área de estudio

Dado el ambiente rural-urbano donde se ubica el proyecto, los recursos hídricos corresponden netamente al uso de la población para consumo humano. En la zona de localización no existen requerimientos industriales. Los recursos hídricos corresponden al río Morrope ubicado en la parte alta del Centro Poblado Cruz de Médano, que forma parte del sistema de abastecimiento de agua potable de Cruz de Médano.

Tipo de Suelo:

Los suelos o tipos de suelo que se encuentra en la inmediaciones del área del proyecto corresponde a suelos de origen arenoso-arcilloso, con abundante arena, arcillas y grava de variada granulometrías sin embargo, en sus partes superficiales se puede tener presencia de suelos areno-arcilloso en la línea de conducción desde la toma en el río Morrope, la formación de suelos en estas laderas es incipiente dado el grado de pendiente y la poca cobertura vegetal quedando expuesto el material parental.

Geomorfología:

Morfológicamente la Localidad de Cruz de Médano está ubicada entre valles de Morrope y Lambayeque y montañas en la parte norte de la Región Lambayeque, el Centro Poblado Cruz de Médano se enclavada en una quebrada, que forman parte de los afluentes de la cuenca del río Morrope, El proyecto se ubica específicamente en la localidad Cruz de Médano,

Ruido y Vibraciones:

Las condiciones de ruidos en la zona del Estudio no existen ni se aproximan a las recomendadas para áreas rurales. Estos límites se detallan en el punto de Niveles de Ruido del Plan de Manejo Ambiental. Los niveles de ruido no existen, durante el día, no exceden los niveles recomendados están por encima de los 60 decibeles En cuanto a vibraciones, en la zona del estudio estas son producidas, básicamente, por la circulación animales.

### **9.5.2.2 Medio ambiente biológico**

Dadas las condiciones de ocupación de los terrenos en las áreas de influencia del proyecto corresponde al área rural, zonas de precarias y las características ecológicas predominantes en ellas se pueden establecer que las manifestaciones de flora y fauna son altamente vulnerables en estas zonas. Por cuanto se recomienda actuar con los mayores cuidados para evitar el deterioro de los ecosistemas insipientes que existen en la zona.

### **9.5.2.3 Medio ambiente socio-económico y cultural**

a) Ambiente social:

En su mayoría la estructura social de la zona de localización está conformada por una población de familias campesinas y sus organizaciones con sus propias dinámicas sociales, culturales y económicas que generalmente afrontan una serie de problemas de salud, bajo nivel de instrucción, bajos niveles de ingreso económico y en consecuencia bajo niveles de vida.

b) Ambiente económico:

Las actividades económicas en las zonas de localización del proyecto son básicamente de tipo agropecuario de autoconsumo.

La actividad económica en la localidad esta dada por el comercio es una actividad de pequeña escala finalmente quizás la mas importante así como su fiesta patronal.

En cuanto al equipamiento de servicios, prácticamente toda la zona de localización, servicios de agua con deficiencias en calidad y cantidad, alcantarillado no existe.

c) Ambiente cultural:

La zona de localización está conformada por pobladores autóctonos Lambayecanos. Esto determina que el ambiente cultural sea propio manteniendo las costumbres ancestrales en todos los aspectos, añadiéndose las manifestaciones culturales de las generaciones recientes según las modas y tendencias en predominio. Como producto de la televisión.

## **9.6 Situación sin proyecto Infraestructura existente.**

La infraestructura existente en relación al proyecto el “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano – Lambayeque*”, su equipamiento correspondiente de captación, línea de impulsión, reservorio instalaciones hidráulicas línea de aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias.

### **9.6.1 Estructura de Tratamiento incluida en el Proyecto**

“Rrehabilitación, Mejoramiento y Ampliación del Sistema de agua y Construcción del Sistema de Alcantarillado y ., la infraestructura existente que será evaluada para fines del proyecto.

### **9.6.2 Condiciones actuales de servicio a partir del Sistema de Agua**

Actualmente el abastecimiento es de origen subterráneo proveniente del río Morrope. El abastecimiento es regulado mediante estructuras de almacenamiento de agua, permitiendo atender la demanda de la población en sus respectivas zonas de influencia en condiciones no satisfactorias tanto en calidad, cantidad y continuidad.

Es pertinente señalar que se encuentra enfocada a brindar un servicio de calidad a la población, dentro de este contexto se ha elaborado el expediente técnico para la *“Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano –Lambayeque”, de la localidad de Cruz de Médano, distrito de Morrope, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque”*, con la finalidad de mejorar el abastecimiento a la zona de influencia que cuenta en la actualidad con servicios.

En forma general, a saber las principales deficiencias identificadas en inspecciones preliminares, son las siguientes:

- Falta de cerco perimétrico que impida el acceso de animales y otros agentes contaminantes a la captación y reservorio.
- Tapa del almacenamiento de agua no es sanitaria y es vulnerable a cualquier tipo de contaminación la captación y el reservorio.
- Tartajeo interior impermeabilizado de la cámara húmeda y cámara seca, existe fuga de agua de la cámara húmeda hacia la cámara seca.
- Accesorios de la cámara húmeda en mal estado
- Deficiencia en las estructuras (cámaras rompe presión están sin tapa sanitaria expuestas a contaminación) e instalaciones de la línea de conducción existen tramos expuestos donde las tuberías se notan el cambio de color y estriadas cuyo estado actual es por colapsar.
- Déficit de volumen de almacenamiento, para el horizonte de 20 años.
- Tramos expuestos en la línea de aducción.
- Redes de agua potable construidos sin diseño conforme a la expansión de los beneficiarios.

En resumen el sistema actual de agua potable tiene déficit en la calidad, cantidad y continuidad con las consecuencias de riesgos en la salud de la población de Cruz de Médano.

**9.7. Identificación y análisis de los potenciales impactos ambientales, situación sin proyecto.**

El propósito en esta parte es la identificación y descripción de impactos ambientales que se están dando como efectos de la prestación de servicios de agua potable mediante la estructura de almacenamiento y distribución de agua potable existente, y Alcantarillado correspondiente en su situación actual, hacia la población de Cruz de Médano. Para la identificación y descripción de los Impactos ambientales se empleará una Matriz de Interrelación.

### **9.7.1 Matriz de Interrelación causa-efecto.**

Esta herramienta nos permitirá presentar la identificación y descripción de los Impactos Ambientales en las condiciones de funcionamiento actual del reservorio considerado en el estudio. La Matriz refleja la interrelación procesal causa-efecto entre la estructura de almacenamiento y los componentes del medio ambiente. En la matriz se considera campos que identifican los siguientes puntos:

- La situación actual del sistema de captación, almacenamiento y distribución que genera el impacto.
- El componente del medio que se verá afectado por esta situación.
- La descripción del Impacto sobre el componente del medio.

A continuación se presenta la Matriz indicada.

### **9.7.2 Pronóstico del Escenario Ambiental Sin Proyecto**

Por lo expuesto en la descripción de las condiciones actuales de servicio con el sistema existente de este estudio, el pronóstico de las condiciones de prestación del servicio de agua entubada, sin proyecto, se presentan en condiciones riesgosas para la población beneficiaria en términos de salud puesto que vienen tomando agua de río Morrope sin tratamiento.

La prestación del servicio puede verse afectada en términos de calidad, cantidad y continuidad. Los volúmenes de almacenamiento en estos momentos no es el adecuado.

### **9.8. Planteamiento propuesto de identificación de impactos ambientales durante la construcción.**

Existen varios métodos de identificación y evaluación de Impactos ambientales. El más usual es el método de análisis de riesgo ecológico. Para formular este método se requiere la evaluación de los impactos posibles que puedan afectar los potenciales ecológicos.

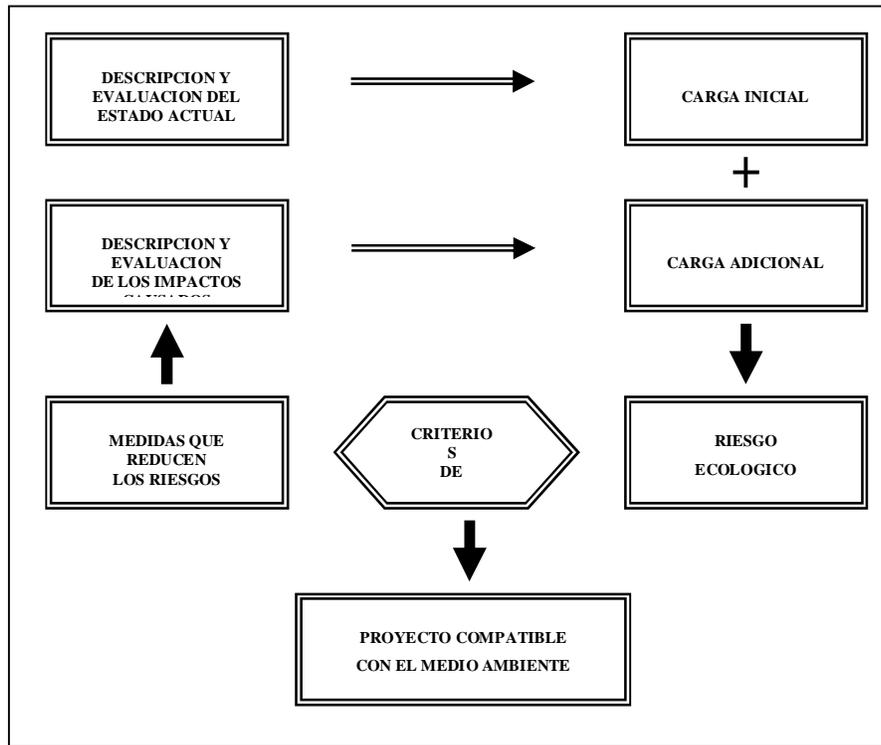
Entre los potenciales ecológicos se consideran:

- 1)Clima / aire
- 2)agua
- 3)suelo
- 4)recreación
- 5)vida y patrimonios culturales

Para detallar mejor los impactos de las actividades a proyectar, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, las identificaciones y evaluaciones son integradas en matrices que se detallarán y presentarán adelante.

El Análisis del riesgo ecológico se basa en una combinación del estado actual de los entornos y del paisaje con un pronóstico de las consecuencias que el proyecto producirá. La diferencia existente previa y posteriormente define el riesgo ecológico.

### ESQUEMA DEL ANALISIS DEL RIESGO ECOLOGICO



#### 9.9. Identificación de impactos ambientales potenciales, Situación con Proyecto

El propósito de este ítem es la identificación y descripción de los impactos ambientales potenciales más importantes que se generarían por la ejecución de la “*Diseño del Sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del centro poblado Cruz de Médano –Lambayeque*”, de la localidad de Cruz de Medano, distrito de Morrope, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque”, Se consideran los impactos del Proyecto sobre el medio y viceversa, tanto en el sentido negativo como positivo.

Así mismo, se describen los impactos de acuerdo al período y duración en que ocurrirían, considerando las etapas de construcción, operación y abandono de las obras del Proyecto.

La identificación, análisis y descripción se realiza en base de la Matriz de Impactos Ambientales, estableciendo las relaciones de causa - efecto entre los componentes del Medio Ambiente y del Proyecto; así como el grado de incidencia.

### **9.9.1 Metodología**

La metodología empleada en la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales; se basa en el inter relacionamiento sistémico procesal causa - efecto entre los componentes del proyecto y los componentes del medio ambiente. Esta interrelación se efectúa mediante la aplicación de tres procedimientos sistémicos: diagnóstico físico, biológico, social, económico y cultural; diseño estructura y composición de cada obra del sistema de saneamiento; y de los procesos y actividades durante la construcción, funcionamiento y abandono de la obra.

La evaluación de los impactos se realiza mediante la aplicación de la Matriz de Interrelación; que considera criterios de evaluación y ponderación para el dimensionamiento del impacto.

La descripción de los impactos se realiza ordenando sistemáticamente en función de su origen en el proyecto y la afectación en el medio ambiente; utilizando el relacionamiento de campo y la Matriz de interrelación, antes mencionada.

### **9.9.2 Criterios de Evaluación de Impactos**

En esta sección se indican los criterios que se toman en la evaluación de los impactos potenciales positivos y negativos, que ocurrirán en las diferentes etapas del proyecto, afectando directamente o indirectamente el medio: vegetación, fauna, suelo, agua, aire, cultural y humano.

- **Tipo del Impacto (TI):** La naturaleza del impacto está referida al beneficio de ocurrencia del impacto. Un Impacto **Negativo** es aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de la calidad ambiental y **Positivo** es aquel admitido como tal sin producir un efecto ambiental.
- **Magnitud del Impacto (M):** Se refiere al grado de afectación que presenta el impacto sobre el medio. Se califica en forma cualitativa como baja, moderada y alta.
- **Duración del Impacto (D):** Determina la persistencia del impacto en el tiempo, calificándose como Temporal, si es menor de un mes; Moderada, si supera el año y Permanente, si su duración es de varios años. Asimismo, la duración puede calificarse como Estacional, si está determinada por factores climáticos.
- **Mitigación del Impacto (MI):** Determina si los impactos ambientales negativos son mitigables en cuanto a uno o varios de los criterios utilizados para su evaluación, y se les califica como no mitigable, de mitigabilidad Baja, Moderadamente mitigable y de Alta mitigabilidad.
- **Significancia del Impacto (S):** Incluye un análisis global del impacto, teniendo en cuenta sobre todo los criterios anteriores y determina el grado de importancia de estos sobre el ambiente receptor, su calificación cualitativa, se presenta como baja, moderada y alta.

### 9.9.3 Ponderación de los Impactos

En la evaluación se han adoptado criterios de ponderación arbitrarios, basados en la apreciación y experiencia profesional; aplicando un valor numérico en función del grado de afectación previsible, concordante con los cambios que se producirán

en cada obra o componente del Proyecto, durante las etapas de construcción, funcionamiento y abandono.

Se presenta un resumen de los procedimientos para la evaluación de los impactos ambientales potenciales positivos y negativos, en función de los criterios y ponderación; este procedimiento se aplica en la Matriz de Evaluación de causa efecto.

Luego de haber examinado cada impacto de acuerdo a los criterios seleccionados, se procede a determinar la significancia de los mismos, que viene a ser la importancia de los impactos sobre el ambiente receptor. Su valor, que según la escala cualitativa puede ser Alta, Media o Baja, depende de los valores asignados a los criterios anteriores, según la ecuación siguiente:

$$(S) = TI (M + D + MI)$$

**Cuadro N° 10.3**

**Ponderación Para la Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales**

Criterios de Evaluación	Símbolo	Escala Jerárquica Cualitativa	Ponderación de Impactos	
			Negativos	Positivos
Tipo de impacto	TI	Positivo		+
		Negativo	-	
Magnitud	M	Baja (B)	1	1
		Moderada (M)	2	2
		Alta (A)	3	3
Duración	D	Temporal (T)	1	1
		Moderada (M)	2	2

Criterios de Evaluación	Símbolo	Escala Jerárquica	Ponderación de Impactos	
		Cualitativa	Negativos	Positivos
		Permanente (P)	3	3
Mitigabilidad *	MI	Baja (B)	3	
		Moderada (M)	2	
		Alta (A)	1	
		No mitigable	4	
Significancia**	S	Baja (B)	3 – 4	2 – 3
		Moderada (M)	5 – 7	4
		Alta (A)	8 - 9	5 – 6

(\*) Criterio aplicable sólo a los impactos negativos

(\*\*) Su valor es la resultante de la valoración de los demás criterios que intervienen en la evaluación

#### 9.9.4 Identificación de los Impactos Ambientales

Para la identificación de los impactos que se generarán por las obras de construcción rehabilitación del sistema de agua potable se ha analizado cada una de las actividades a ejecutarse en relación con los componentes del medio y según las etapas de la obra.

##### 9.9.4.1 Identificación Preliminar de Impactos Ambientales

Las actividades de tipo preliminar consideradas en el conjunto de las obras son:

- Coordinación
- Campamento base
- Campamentos volantes
- Traslado de equipos y materiales

- Trazo y replanteo

A continuación la identificación de impactos que estas actividades podrían determinar en el Medio.

Medio Físico:

Aire: Incremento del transporte de partículas en el aire.

Emisión de ruidos, polvos, gases y olores productos de las actividades individuales o en conjunto.

Suelo: Incremento de la erosión.

Generación de escombros en zonas de trabajo

Contaminación de suelos por residuos de obras

Erosión, alteración de la estructura del suelo

Alteración del paisaje de la zona de ubicación de la planta de tratamiento.

Medio Biológico:

Flora y Fauna: Afectación temporal de áreas verdes y campos de cultivo adyacentes al proyecto.

Medio socioeconómico y cultural: Generación de empleo temporal

Generación de empleo temporal en la zona de la obra.

Molestias a los vecinos por ruidos, olores y polvos.

Riesgos de accidentes

Incremento del comercio

Ver Cuadro N° 10.4.1 Matriz de Identificación Preliminar de Impactos Ambientales

#### **9.9.4.2 Identificación de Impactos ambientales durante la ejecución de las obras**

Las actividades a ser ejecutadas durante la ejecución de las obras que pueden ser de importancia por su impacto al medio, pueden ser comprendidas en las siguientes:

- Movimiento de tierras
- Excavaciones
- Retiro-reposición de estructuras existentes
- Construcción de cámaras rompe presión
- Construcción de reservorio
- Relleno compactado de zanjas
- Instalación de tuberías
- Eliminación de desmonte

A continuación la identificación de Impactos que estas actividades podrían generar.

##### Medio Físico:

Aire: Incremento de la erosión y el transporte de sólidos en el aire.

Emisión de ruidos, polvos, gases y olores productos de las actividades individuales o en conjunto.

Suelo: Incremento de la erosión y el transporte de sólidos en el aire.

Generación de escombros en zonas de trabajo

Contaminación de suelos por residuos de obras

Erosión, alteración de la estructura del pavimento y suelo

Alteración temporal del paisaje de la zona de ubicación del proyecto.

Medio Biológico:

Flora y Fauna: Afectación temporal de áreas cultivables existentes en los alrededores de la obra.

Medio socioeconómico y cultural: Generación de empleo temporal

Generación de empleo temporal en la zona de la obra.

Molestias a los vecinos por ruidos, olores y polvos.

Riesgos de accidentes

Alteración del tráfico vehicular

Incremento del comercio

**9.9.4.3 Identificación de Impactos Ambientales durante la operación y mantenimiento**

Durante la operación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable se generarán nuevas condiciones en el Suministro de Agua Potable, en la operatividad del sistema y en las actividades de Mantenimiento del sistema. Y en la Alcantarillado se generara los impactos correspondientes.

Estas nuevas condiciones modificarán a su vez el entorno socio – económico y cultural de la zona. Estas modificaciones pueden ser comprendidas en los siguientes impactos:

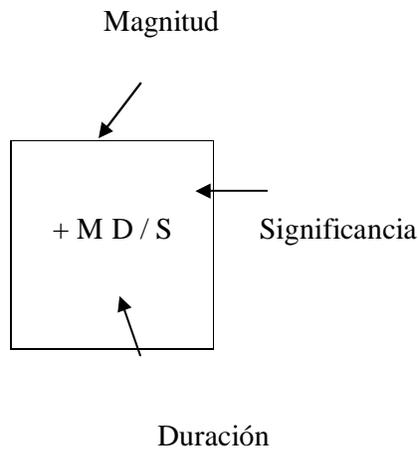
- Mejoramiento del suministro de Agua Potable en calidad cantidad y continuidad y Alcantarillado.
- Mejoramiento de la calidad de vida de la Población beneficiada
- Incremento temporal de empleo
- Aumento del valor de las propiedades aledañas

### 9.9.5 Evaluación de los Impactos Ambientales Potenciales

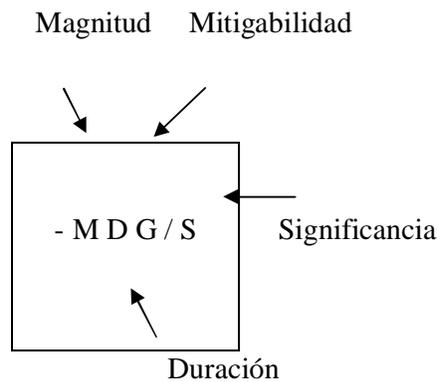
Para evaluar los impactos ambientales se elaborarán Matrices de Evaluación Causa Efecto utilizando los criterios para evaluar la magnitud de los impactos ambientales que se han identificado anteriormente. Según estos criterios, se le asignará un valor numérico a la magnitud del impacto.

Si se aplicase adecuadamente las medidas de gestión ambiental, el impacto negativo se reduciría y se potenciarían los impactos positivos, lo que equivale a decir que se incrementaría el nivel de vida local, a raíz del Proyecto.

La interpretación de cada celda de la matriz de evaluación de impactos ambientales tiene el siguiente significado para los impactos positivos:



La interpretación de cada celda de la matriz de evaluación de impactos ambientales tiene el siguiente significado para los impactos negativos:



### **9.9.6 Matriz de Evaluación de los Impactos Ambientales Potenciales**

Producto de la construcción y rehabilitación del sistema de agua potable y Alcantarillado.

Identificados los impactos ambientales y según la metodología planteada antes procedemos a evaluarlos según los criterios de tipo de impacto (positivo o negativo), magnitud, duración, mitigabilidad y significancia.

En el Cuadro N° 10.6.1.a y 10.6.1.b se presenta la Matriz de evaluación de los impactos ambientales potenciales producto de las actividades de construcción comprendidas en el proyecto de construcción y rehabilitación del sistema de Agua potable y Alcantarillado de Cruz de Médano

Se ha considerado todas las actividades constructivas relacionadas al proyecto de construcción y rehabilitación. Esta parte se ha efectuado en base a las partidas generales del presupuesto respectivo.

### **9.10 Resultados de la valoración de los Impactos**

De los resultados que arrojan la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales, se concluye que existen impactos predominantemente negativos, de carácter moderado, tanto en la etapa de ejecución de las obras como en la etapa de abandono del proyecto.

Los impactos negativos que se presentan en la fase de construcción se dan sobre el medio físico (agua, aire, suelo), biológico y socioeconómico, detectándose mayor magnitud en lo relacionado a la calidad del aire y suelo, la salud y seguridad de los trabajadores, alteración del paisaje, presentando impactos negativos moderados, básicamente estos impactos tienen mayor significancia luego de los trabajos de trazo y replanteo de obra.

El impacto que tiene mayor significancia esta relacionado con el movimiento de

tierra, producción y aumento de ruido ambiental y niveles altos de polvo. No obstante, es preciso apuntar que en la obra, el movimiento de tierra tiene efectos de carácter temporal.

Los impactos ambientales negativos mencionados son temporales, es decir, se presentarán por tiempos cortos en el lapso de duración de la obra.

Dentro de los impactos ambientales positivos se encuentra los relacionados con el nivel de empleo y el ingreso a la economía local, los cuales tiene una significancia mediana sobre el entorno.

En la etapa de funcionamiento (Operación y mantenimiento) se generan impactos positivos moderados sobre el entorno ambiental.

En la etapa de operación y mantenimiento, también se han detectado impactos negativos de carácter moderado, que de no tomarse las precauciones del caso incidirían negativamente sobre la salud y seguridad de los trabajadores, por lo que la municipalidad encargada de la operación del sistema deberá de proveerlos de la indumentaria necesaria de seguridad y de prevención contra enfermedades ocupacionales, asimismo se recomienda que los operadores reciban charlas periódicas de sensibilización sobre seguridad e higiene industrial.

En la etapa de abandono del sistema se presentan impactos negativos de significancia moderada y se presenta un ligero aumento del nivel del empleo e ingreso de la economía igualmente de significancia moderada.

### **9.11 Plan de Manejo Ambiental**

En vista de que los impactos ambientales positivos indican la viabilidad del Proyecto aplicando las medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos y debidos a que el Proyecto constituiría un factor de desarrollo

local; corresponde proponer al Plan de Manejo Ambiental del Proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental será estructurado según las incidencias de los Impactos en el Medio Físico (Aire, suelo), en el Medio Biológico y en el Socio económico y cultural.

#### **9.11.1 Responsabilidad Administrativa**

La Municipalidad de Morrope, como entidad Supervisora de la ejecución de las Obras, es la entidad responsable de que se aplique las normas ambientales y de seguridad vigente y el Plan de Gestión Ambiental previstas en este documento, para lo cual deberá velar y exigir al contratista el cumplimiento de los mismos. El contratista deberá asumir toda la responsabilidad por las consecuencias del incumplimiento de las normas ambientales y de seguridad vigentes y recomendaciones establecidas en el expediente técnico, en el que está incluido este documento. Asimismo el municipio es el encargado, una vez que las obras se recepcionen, de la operación y mantenimiento que tiene que darse al sistema para que funciones de acuerdo a lo previsto.

#### **9.11.2 Medidas De Mitigación en la Fase construcción**

Las acciones de gestión ambiental comprende el conjunto de medidas de mitigación y/o corrección para cada impacto ambiental identificado principalmente en la etapa de construcción del Proyecto.

##### **a) Aspecto Físico**

##### **a.1 Medidas para el Control de la Calidad del Aire**

Durante la ejecución de las obras se generarán, emisiones de material particular producto de las excavaciones y transporte de material, emisión de gases de las

maquinarias de combustión y la generación de ruidos; a continuación se describe las medidas de control que se deben aplicar.

#### **a.1.1 Mitigación de generación de Niveles de Polvo**

Evitar acumulaciones de escombros por períodos prolongados. En lo posible el desmonte y material excedente proveniente de la obra se recogerá dentro de un tiempo razonable (48 a 72 horas).

Establecer un cronograma coordinado de ejecución de movimiento de tierras, acopio de desmonte o material de relleno y acarreo de escombros.

Mantener al máximo humedecido las superficies de tierra expuestas a la acción del viento, el humedecimiento puede ser dos veces al día o cada vez que sea necesario.

El contratista deberá suministrar al personal de obra el correspondiente equipo de protección personal (principalmente mascarillas).

El transporte de materiales de construcción y escombros (materiales excedentes o sobrantes), deberá realizarse con la precaución de humedecer dichos materiales y cubrirlos con lonas.

#### **a.1.2 Mitigación de generación de emisión de Gases de Fuentes Móviles.**

Todos las fuentes móviles de combustión usadas durante las obras deberán tener un mantenimiento mecánico continuo, que evite emisiones contaminantes, el que deberá cumplir con el Decreto Supremo No. 047-2001-MTC, que establece los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores y el Decreto Supremo No. 002-2003-MTC, que modifica el Anexo No.1 del D.S. No.047-2001-MTC.

Límites Máximos Permisibles para Vehículos en circulación

Año de Fabricación	CO% de Volumen	HC (ppm)	CO+CO2 %
Hasta 1995	3.5	400	12
1996 en adelante	3.0	300	10
2003 en adelante	0.5	100	10

El vehículo que no garantice las emisiones límite permisible deberá ser separado de sus funciones, revisado, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente en servicio. Los reportes de la contratista consignarán la información respectiva.

### **a.1.3 Mitigación de generación de Niveles de Ruido**

Al respecto se tendrá en cuenta que los niveles de ruidos sean aceptables tanto para los trabajadores y el entorno.

Se especificará claramente la necesidad del establecimiento de horarios de trabajo durante las horas del día, entre las 08:00 am y las 17:00 pm aproximadamente.

Todos los vehículos, motores de combustión, generadores y maquinaria en general, serán provistos de accesorios para la reducción de ruido. De ser necesario, se instalará casetas atenuantes de ruido para la maquinaria estacionaria.

Los ruidos molestos producidos en la vía pública no deben exceder los siguientes niveles:

En Zonificación	Nivel de ruido de 07:01 a 22:00	Nivel de ruido de 22:01 a 07:00
Residencial	60 decibeles	50 decibeles
Comercial:	70 decibeles	60 decibeles
Industrial:	80 decibeles	70 decibeles
Rural:	55 decibeles	45 decibeles

## **a.2 Medidas para el Control de la Calidad del Suelo**

Las actividades relacionadas con la ejecución de las obras pueden generar afectaciones al recurso suelo. Las siguientes medidas deberán ser contempladas para reducir o evitar estos impactos.

### **a.2.1 Mitigación de generación de la Contaminación del suelo**

Los aceites, lubricantes usados, residuos líquidos aceitosos, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados, para su posterior evacuación a los rellenos sanitarios de la localidad donde se ejecutarán las obras. Por ningún motivo deberán ser vaciados a tierra.

La disposición de desechos de construcción se hará en los lugares seleccionados para tal fin. Al finalizar la obra, el contratista deberá desmantelar las casetas temporales, patios de almacenamiento, talleres y demás construcciones temporales, disponer los escombros y restaurar el paisaje a condiciones iguales o mejores a las iniciales.

Los materiales excedentes de las excavaciones se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo y se colocarán en las zonas de rellenos sanitarios autorizados, previamente seleccionadas o aquellas indicadas por el Supervisor.

Los residuos de derrames accidentales de concreto, lubricantes, combustibles, deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse a un relleno sanitario autorizado.

Las casetas temporales, campamentos y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la disposición de basuras (recipientes plásticos con tapa). Estas serán vaciadas en cajas estacionarias con tapas herméticas, que serán llevadas periódicamente al relleno sanitario de la municipalidad.

Se prohíbe que el producto de las excavaciones sea colocado aleatoriamente. Por lo general, deben ser depositados provisionalmente en lugares apropiados, en espera de ser trasladados a los rellenos sanitarios.

Los suelos contaminados con aceite o grasa, sea en cantidad muy pequeñas, deberán ser llevados a los rellenos sanitarios para su adecuada disposición.

Se debe evitar los derrames de concreto al suelo mediante el uso de encofrado continuo y el buen confinamiento entre encofrados. (ver también Manejo de Desechos - Desechos Combustibles, para evitar derrames de combustibles, grasas y aceites).

Para los trabajos de acondicionamiento del concreto viejo se deberá usar la cantidad necesaria para que la pared absorba la sustancia, aplicadas con motas absorbentes tipo esponjas, si este producto se derrama en el suelo se deberá verter agua para su dilución.

#### **a.2.2 Mitigación de generación de deforestación en la zona de construcción**

Se evitará la destrucción de los campos de cultivo y se prohíbe el talado de árboles. Una vez terminado los trabajos se deberán reponer las áreas verdes afectadas, la vegetación a reponerse podrán ser de la misma especie u otras de crecimiento rápido, previa autorización de la supervisión de obra. Se recomienda el uso de registros fotográficos de las zonas a afectar, para que la reposición sea de igual calidad o mejor que las condiciones iniciales.

La ubicación de los campamentos y otra infraestructura accesoria se hará en áreas sin vegetación o donde esta no sea densa y no se utilizará material vegetal local como combustible.

### **a.2.3 Mitigación de generación de la Erosión en la zona de construcción**

Limitar estrictamente el movimiento de tierras a los frentes de trabajo, de tal manera se evita tener excavaciones abiertas por periodos prolongados.

El material de préstamo, deberá ser apilado y humedecido adecuadamente para su posterior utilización en las obras.

Los desechos de los cortes de terrenos no serán arrojados a los alrededores de la obra. Estos serán reutilizados como material de relleno o dispuestos en rellenos sanitarios autorizados.

### **7.11.3 Campamento y Disposición Sanitaria Asociada**

Para el establecimiento de las medidas de reducción de los impactos negativos referentes a este aspecto, se tendrá en cuenta la magnitud de los campamentos necesarios para la ejecución de las obras, la naturaleza urbana del sitio de ubicación de las obras, su posible ubicación, facilidades necesarias de abastecimiento de agua, eliminación de excretas, posibles malos olores, limpieza para evitar posibles contaminaciones y presencia de insectos y alimañas entre otros, asimismo:

Durante la construcción se evitará, la remoción de la cobertura vegetal y los movimientos de tierra en los alrededores del terreno asignado.

El campamento será construido con material prefabricado.

Los campamentos a ser construidos, deberán estar provistos de baños portátiles, evitando arrojar cualquier desecho a la vía pública, además se deberá prohibir expresamente, la realización de cualquier tipo de necesidad personal en la vía pública o en medio de escombros.

Cada campamento deberá contar con equipos de extinción de incendios y material de primeros auxilios médicos, a fin de atender urgencias de salud del personal de

obra.

El agua para el consumo humano deberá ser potabilizada, el cual debe de estar a disposición de cualquier trabajador de la obra.

Los desechos sólidos (basura) generados en cada campamento, serán almacenados convenientemente en recipientes apropiados, para su posterior evacuación hacia los rellenos sanitarios.

Finalizados los trabajos de construcción, las instalaciones de los campamentos serán desmanteladas y dispuestas adecuadamente en los depósitos de material excedente.

Los materiales reciclables podrán ser entregados a las autoridades locales en calidad de donación para ser utilizados en otros fines, previa autorización de la supervisión de obra.

#### **7.11.4 Parqueo de Equipos y Almacenaje de Materiales**

Dado que algunos de los componentes del sistema de agua potable se encuentra muy próximos a poblaciones, se tendrá especial cuidado en dar las pautas para que los equipos y materiales a utilizarse en la construcción de las obras sean ubicados convenientemente sin causar interferencia con el tráfico peatonal y de vehículos. La contratista realizará las coordinaciones relacionadas a la obtención de licencias de construcción, los que serán reportados al supervisor de obra.

##### **Patio de Maquinarias:**

Los pisos de las instalaciones donde se lave la maquinaria o donde se le dé mantenimiento deberán estar impermeabilizados, ya sea con una loza de concreto o con la colocación de materiales sintéticos impermeables.

Los bordes de estas instalaciones tendrán cunetas de contención de posibles

derrames.

Todos los desechos provenientes de esta área serán almacenados en recipientes rotulados y con tapa.

Las acciones de abastecimiento de combustible y mantenimiento de maquinaria y equipo, incluyendo el lavado de los vehículos, se llevará a cabo, únicamente, en la zona habilitada para tal efecto, y se efectuarán de forma tal que se evite el derrame de hidrocarburos, u otras sustancias que puedan afectar la calidad del suelo. (Ver también Manejo de Desechos - Desechos Combustibles).

Una vez retirada la maquinaria de las obras, por conclusión de los trabajos, se procederá al reacondicionamiento del área ocupada por el patio de maquinarias; en el que se incluye la remoción y eliminación de los suelos, si estuviesen contaminados con residuos de combustible y lubricantes.

Los residuos de derrames deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe ser un relleno sanitario autorizado.

#### **Depósitos de Escombros:**

El tratamiento y la búsqueda de depósitos adecuado (temporales o relleno sanitario) para los escombros son dos medidas que permitirán atenuar los efectos contaminantes del material resultante de la realización de los trabajos de excavación, manipulación y traslado, tales como trozos de concreto, tierra, desbroce de la vegetación, materiales de limpieza de estructuras existentes, desmonte acumulado en el derecho de vía que deba ser removido porque afectará el ambiente u otras actividades que se desarrollen durante la ejecución de las obras de saneamiento.

Al respecto se tendrá en cuenta la ubicación, control, licencias, etc. de los depósitos temporales, acondicionados cerca de la obra y los definitivos (rellenos

sanitarios) para desmonte. Para los depósitos temporales en el sitio de las obras se establecerán como tiempos máximos de permanencia del desmonte de 48 a 72 horas como máximo, pasado el cual deberán eliminarse aunque el material pueda ser usado en las obras posteriormente.

#### **9.11.5 Programa de manejo de desechos**

Los desechos a producirse durante la realización del proyecto son desechos biodegradables, desechos combustibles y otros desechos de naturaleza no biodegradable, adicionalmente se producirán desechos de tipo sanitario.

##### **Desechos Sanitarios:**

Se instalará una letrina de tipo seco ventilado de carácter temporal por frente de trabajo ya que no existen los baños portátiles en la zona.

Una vez terminado las obras en captación y reservorio las letrinas serán selladas con abundante cal y tierra cernida proveniente de la excavación.

##### **Desechos Combustibles:**

Todos los desechos combustibles serán almacenados de acuerdo a su naturaleza.

Se deberán clasificar zonas de riesgo y sensibilidad dentro del área del proyecto de manera que se pueda optimizar la respuesta de parte del personal.

El transporte de combustibles deberá efectuarse acorde el D.S. N° 026-94-EM, Reglamento de Transporte de Hidrocarburos. Las áreas consideradas críticas deben ser definidas y el personal debe ser capacitado para reconocerlas. Todos los derrames deben ser atendidos y administrados adecuadamente, y deberán ser reportados al supervisor de la obra, aún cuando tengan pequeñas dimensiones.

Generalmente, durante este tipo de operaciones, los derrames pequeños a moderados ocurren cuando se efectúa el mantenimiento de las máquinas y en la recarga de las mismas, al no emplearse las herramientas adecuadas y no tener los

cuidados mínimos requeridos. Existen dos modos de realizar el mantenimiento y recarga de las máquinas, dependiendo de si estas tienen locomoción propia (camiones y tractores) o permanecen casi fijas (generadores y estaciones de luz o luminarias). Para minimizar la probabilidad de que ocurran estos derrames, se debe procurar realizar el mantenimiento y recarga de combustibles de las maquinarias con locomoción propia en un patio de máquinas. Este lugar debe tener el piso acondicionado y se tendrá siempre a la mano envases de contención de combustibles (cilindros o tinas de metal), embudos de distintos tamaños, bombas manuales de trasvase de combustible y aceite, así como de paños absorbentes de combustibles. Las máquinas que permanecen casi estacionarias generalmente reciben mantenimiento y recarga de combustible en el sitio en donde se encuentran debido a que no requieren de mucho combustible y aceite para efectuarlo. Para mantener un adecuado control de los derrames en este tipo de máquinas, se debe procurar que la brigada de mantenimiento efectúe la recarga con los materiales adecuados (cilindros o tinas de metal, embudos, bombas manuales de trasvase de combustible y de paños absorbentes de combustibles).

Para el control de derrames se deben adquirir equipos contra derrames, los cuales deben contar como equipo mínimo con absorbentes en paños, almohadillas y salchichones, palas, bolsas de polietileno, guantes de polietileno, lentes de protección y botas de jebe. Este equipo es funcional para el uso en la contención y prevención de derrames de combustibles y aceites.

Los residuos de derrames deben ser llevados a un relleno sanitario autorizado.

### **Desechos sólidos:**

#### **o Desechos Biodegradables**

Los desechos biodegradables provienen principalmente del comedor. La disposición de los desechos biodegradables es responsabilidad directa del

concesionario, el cual deberá disponer los desechos en un relleno sanitario autorizado.

○ **Desechos No Biodegradables**

Se emplearán cilindros verdes para la basura de tipo doméstico y cilindros amarillos para la basura de tipo industrial. Estos desechos se almacenarán en un área techada y se dispondrán en un relleno sanitario autorizado. Algunos desechos no biodegradables podrían ser reciclados si se considera conveniente (plásticos, vidrio y papeles). Los filtros de aceite usados se almacenarán en un cilindro de 55 galones (con tapa desmontable). Todos estos residuos serán dispuestos en el relleno sanitario autorizado.

Parte del material proveniente de las labores de reconstrucción podrá ser molido y rehusado como material de relleno. Las tuberías metálicas y otras estructuras recuperables, que se encuentren en un estado aceptable, serán reutilizadas.

**9.11.6 Protección de la Seguridad del Personal de la Obra**

Todo el personal del Contratista deberá estar dotado de equipo de protección personal (EPP) de acuerdo con los riesgos a que estén sometidos (uniforme, casco, guantes, botas, gafas, protección auditiva, etc.). El uso de este equipo debe ser considerado obligatorio.

El Contratista impondrá a sus empleados, subcontratistas, proveedores y agentes relacionados con la ejecución del contrato, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes.

El Contratista deberá informar por escrito a supervisor de la obra cualquier accidente que ocurra en los frentes de obra, además, llevar un registro de todos los casos de enfermedad profesional y los daños que se presenten sobre propiedades o

bienes públicos para preparar reportes mensuales del tema.

Se llevarán a cabo charlas de seguridad y enfermedades ocupacionales orientado al personal técnico y obrero que trabajarán en la obra, el cual debe de contar obligatoriamente con la asistencia de todo el personal de la obra; esta actividad se debe realizar antes de iniciar los trabajos y luego con una periodicidad de 02 meses, y deberán ser reportadas al supervisor de obra, adjuntando el temario tratado y la asistencia de los participantes.

#### **9.11.7 Señalización durante la Etapa de Construcción**

Se deberán usar como mínimo los siguientes tipos de señalización:

**Preventiva:** tienen por objeto advertir al usuario de alguna vía, la existencia y naturaleza de una condición peligrosa. Se colocan principalmente en tramos de aproximación a los sitios de entrada y salida de maquinaria y zona de trabajo. Las más empleadas serán: Peligro Hombres trabajando, Trabajos en la vía, Peligro no especificado, Vía cerrada, etc.

**Informativa:** tienen por objeto identificar las vías y guiar acertadamente al usuario, proporcionándole la información que pueda necesitar. Durante construcción, las más comunes son la valla que contiene las características generales de los trabajos (costo, entidad contratante, etc.) y las que informan sobre cercanías a zonas de construcción, sitios de entrada y salida de maquinaria, etc.

Todas las señales anteriores se deben colocar al lado derecho de la vía principal para una información masiva, teniendo en cuenta el sentido de circulación y de forma que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85° y 90° para que su visibilidad sea óptima. Cuando la visibilidad del lado derecho no sea completa, debe colocarse una señal adicional

en el lado izquierdo de la vía. Asimismo las señales preventivas se colocaran en zonas cercanas a las obras.

Todas las señales deben permanecer las 24 horas del día, de requerirlo, por lo que deben ser reflectivas y deberán estar suficientemente limpias y legibles durante el tiempo de su utilización, y ser reparadas o reemplazadas cuando por acción de agentes externos se deterioren.

Las señales preventivas deberán ser obligatoriamente reflectivas y deberán permanecer iluminados durante la noche con mecheros cada 10 metros como mínimo.

#### **9.12. Plan de abandono de las áreas intervenidas**

El plan de cierre y/o abandono tiene como objetivo, establecer el Programa de actividades y acciones que se realizará para remediar los impactos operacionales, a fin de restablecer las condiciones del ambiente y los recursos usados durante la ejecución del Proyecto, devolviendo de esta manera las condiciones que tenía el ambiente antes del Proyecto, es decir, consolidar el compromiso de uso sostenible de los recursos naturales en el Proyecto.

##### **Objetivos:**

Establecer las acciones para prever y proteger la salud humana y el medio ambiente mediante el mantenimiento de la estabilidad física de la zona.

Rehabilitar las tierras una vez concluidas las operaciones para la recuperación de los hábitats de la flora y fauna si fuera el caso, a fin de restablecer las condiciones ambientales como fue antes del proyecto.

**Acciones:**

Las acciones que se adopten serán las siguientes:

Disposición del material de desmonte en micro rellenos sanitarios que se presupuesta en el expediente técnico dado que el poblado de Cruz de Médano no cuenta con un relleno sanitario existe.

Establecer un programa de señalización, vigilancia e información de las zonas de riesgos hasta concluir con el plan de rehabilitación de la zona.

Comunicar a las autoridades correspondientes (autoridades locales y servicios de agua potable y alcantarillado de la zona) sobre el abandono del área, a fin de coordinar la finalización de las obras de construcción.

En este proceso la empresa contratista presentará a la Municipalidad el plan de abandono y restauración del área.

En las obras se realizará la remoción de instalaciones y estructuras, para recuperar áreas alteradas mediante renivelación, explanación, cobertura de tierra vegetal y revegetación con especies nativas de la zona.

Los depósitos y/o campamentos deberán ser desmontados cuidando de no dejar materiales expuestos que afecten al medio ambiente. Los residuos resultantes deberán ser retirados y dispuestos adecuadamente en los rellenos sanitarios respectivos, y los materiales reciclables deberán ser rehusados o donados a las comunidades, previa autorización del supervisor.

Se deberá limpiar el lugar donde se han ejecutado las obras, disponiendo

adecuadamente las estructuras deterioradas que han sido reemplazadas, material sobrante de obra, desmonte, etc; para el caso de material sobrante, puede ser donada a instituciones, locales de salud, educación o comités locales (clubes de madres, parroquias, etc), previa autorización del supervisor.

### **9.13. Plan De Contingencia**

En toda obra de infraestructura como la que se proyecta en este Expediente Técnico, existe la probabilidad de ocurrencia de eventualidades que escapan a lo planeado en la ejecución y que pueden afectar la salud de las personas o los bienes de terceros. Por lo que el Plan de Contingencias se hace necesario para la atención oportuna de estos eventos.

#### **Objetivo:**

Establecer las acciones que se deben de ejecutar frente a la ocurrencia de eventos de carácter técnico, accidental o humano, con el fin de proteger la vida humana, los recursos naturales y los bienes en la zona del proyecto, así como evitar retrasos y costos durante la ejecución de la obra proyectada.

#### **Metodología:**

Inicialmente se deben de identificar los posibles eventos impactantes, tomando como base el Plan de Manejo Ambiental, haciendo una clara diferenciación de ellos en razón de sus causas, según las cuales se clasifican en:

Contingencias accidentales: aquellas originadas por accidentes ocurridos en los frentes de trabajo y que requieren una atención médica y de organismos de rescate y socorro. Las consecuencias son posibles explosiones imprevistas, incendios y accidentes de trabajo.

Contingencias técnicas: son las originadas por procesos constructivos que

requieren una atención técnica, ya sea de construcción o de diseño. Sus consecuencias pueden reflejarse en atrasos y costos extras para el proyecto.

Contingencias humanas: son las originadas por eventos resultantes de la ejecución misma del proyecto y su acción sobre la población establecida en el área de influencia de la obra, o por conflictos humanos exógenos. Las consecuencias pueden ser atrasos en la obra, deterioro de la imagen de la Municipalidad, dificultades de orden público, etc. Se consideran como contingencias humanas el deterioro en el medio ambiente, el deterioro en salubridad, los paros cívicos y las huelgas de los trabajadores.

#### **Manejo de Contingencia:**

Se deberá de comunicar previamente a los centros de salud más cercanos a la zona del Proyecto el inicio de las obras de construcción para que estén preparados frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir.

Para cada uno de los tipos de contingencias que pueden presentarse durante la construcción del Proyecto, se plantea un procedimiento que se desarrolla a continuación

#### **Contingencia accidental:**

Comunicación al ingeniero encargado del frente de trabajo, éste a su vez, informará a la caseta de control u oficina.

Comunicar el suceso a la Brigada de Atención de Emergencias, si la magnitud del evento lo requiere, se activara en forma inmediata un plan de atención de emergencias que involucrara dos acciones inmediatas:

Envío de una ambulancia al sitio del accidente si la magnitud lo requiere. Igualmente se enviará el personal necesario para prestar los primeros auxilios y colaborar con las labores de salvamento.

Luego de acuerdo con la magnitud del caso, se comunicara con los bomberos para solicitar su apoyo necesario y trasladar a los accidentados a un centro hospitalario.

Simultáneamente el encargado de la obra iniciara la evacuación del frente.

Controlada la emergencia el Contratista hará la evaluación que originaron el evento, el manejo dado y los procedimientos empleados, con el objeto de optimizar la operatividad del plan para futuros eventos.

**Contingencia técnica.**- si se detecta un problema de carácter técnico durante el proceso constructivo, el inspector y/o el ingeniero encargado del frente de obra evaluará las causas, determinará las posibles soluciones y definirá si cuenta con la capacidad técnica para resolver el problema. Si las características de la falla no le permiten hacerlo, informara de la situación a la supervisión.

**Contingencia humana.**- las acciones a seguir en caso de una contingencia humana dependerán de la responsabilidad o no del contratista en su generación y, por ende, en su solución, estas contingencias se atenderán como se indican a continuación:

- En los casos de paros o huelgas que comprometan directamente al contratista de la obra, deberá de dar aviso inmediato a la supervisión técnica y a la Municipalidad sobre el inicio de la anormalidad y las causas que le han motivado. En estos casos la contratista deberá de asumir las responsabilidades por los retrasos y los costos extras originados por tal situación.
- Para los casos de perturbación de orden público (delincuencia común,

atentados), donde el contratista sea uno de los actores afectados, se deberá de dar aviso a la Policía Nacional, para que tomen las medidas correctivas pertinentes, y después de una evaluación de las consecuencias de los hechos (destrucción de la obra o parte de ella, deterioro de la infraestructura, pérdida de equipos y materiales de construcción), la Municipalidad a través de la supervisión técnica deberá de estimar los efectos.

**Ámbito del Plan:**

El Plan de Contingencias debe proteger a todo el ámbito de influencia directa del Proyecto. Se considera lo siguiente:

Todo accidente inesperado que se produzca en el área de influencia directa, tendrá una oportuna acción de respuesta por los responsables de la empresa, teniendo en cuenta las prioridades siguientes:

Garantizar la integridad física de las personas.

Disminuir los estragos producidos sobre el medio ambiente y su entorno.

**Unidad de Contingencias:**

El objetivo principal de la Unidad de Contingencias es la protección de la vida humana. Ésta se encargará de llevar a lugares seguros a las personas lesionadas, prestándoles los primeros auxilios. También se procederá a inculcar al personal las atenciones y prestación de primeros auxilios en casos de accidentes por deslizamientos y demás riesgos comunes en la empresa.

La Unidad de Contingencias se encargará de determinar el alcance de los daños

ocasionados por el evento en el avance de la obra, en los sistemas de abastecimiento y en las comunicaciones y mantendrá informado a la Municipalidad de dichas actividades.

La unidad de contingencia deberá contar con lo siguiente:

Personal capacitado en primeros auxilios.

Unidades móviles de desplazamiento rápido.

Equipo contra incendios.

Unidades para movimientos de tierras.

### **Implantación del Plan de Contingencias:**

**Capacitación del personal.**- todo el personal que labore en la obra, deberá ser y estar capacitado para afrontar cualquier caso de riesgo identificado. En cada grupo de trabajo se designara a un encargado del plan de contingencias, quien estará a cargo de las labores iniciales de rescate o auxilio e informará el tipo y magnitud del desastre.

Durante el desarrollo de la obra, la capacitación de los empleados consistirá en charlas de seguridad industrial y ambiental, es importante que cada trabajador de la obra entienda la obligación de reportar todos los accidentes o incidentes de salud, seguridad o medio ambiente, como forma de retroalimentar los sistemas de prevención de nuevos eventos de riesgo. La capacitación deberá incluir, pero no restringirse, los siguientes temas adicionales:

-Normas generales de seguridad industrial.

-Equipo de protección personal.

- Repaso de la cartilla de instrucciones de seguridad en charlas diarias de 5 - minutos.
- Reconocimiento de las señales y letreros de prevención de riesgos.
- Comunicación del peligro.
- Control de derrames y contención.
- Prevención y manejo de accidentes.
- Primeros auxilios.
- Desplazamiento adecuado de personal en áreas de trabajo de maquinaria y equipos pesados e ingreso a espacios restringidos.
- Manejo de materiales.

La capacitación deberá ser informada al Supervisor de la obra, presentando en su informe los temas tratados y la asistencia del personal.

Unidades móviles de desplazamiento rápido: El contratista designará entre sus unidades un vehículo que integrará el equipo de contingencias, el mismo que además de cumplir sus actividades normales, estará en condiciones de acudir de inmediato al llamado de auxilio del personal y/o de los equipos de trabajo. En caso que la unidad móvil sufriera algún desperfecto, deberá ser reemplazada por otro vehículo en buen estado.

Equipo contra incendios: los equipos móviles estarán compuestos por extintores de polvo químico A y B. Estos estarán implementados en todas las unidades móviles del Proyecto, además de las instalaciones auxiliares (campamento y patio de maquinas) deberán contar con extintores A, B y C, y cajas de arena.

Responsable:

El responsable del desarrollo del Plan de Contingencias durante la etapa de construcción será el contratista.

FACTOR DE IMPACTO	MEDIO IMPACTADO	MAGNITUD	ALCANCE
Deficiencia en la cobertura, la continuidad y el funcionamiento de los servicios de agua	socioeconómico	Muy severa	Local
La falta de conocimiento e indiferencia de la población ante la problemática actual	socioeconómico	Moderada	Local
La limitada gestión administrativa y operativa de EPSEL	socioeconómico	Moderada	Local
La incipiente educación sanitaria de los pobladores	Físico/biológico/socio-económico	Moderada	Local

## **CAPITULO X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con la elaboración del presente estudio para el Centro Poblado Cruz de Médano se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El presente estudio brindara servicio de Agua Potable y Alcantarillado al Centro Poblado Cruz de Médano, satisfaciendo sus necesidades hasta el año 2027.
- Según el estudio de prospección que se realizo en la zona, se determino que la fuente mas apropiada sea la del pozo tubulares ya que ofrece las condiciones de cantidad y calidad adecuadas.
- Se ha diseñado un tanque elevado de 600m<sup>3</sup> que regulara las variaciones de consumo
- Se ha considerado una zona de presión para el Centro Poblado Cruz de Médano.
- El programa Watercad cumplió ampliamente con lo previsto pues su manejo es mas versátil, debido al rápido proceso de edición y análisis de simulación hidráulica. es mucho y amplio a diferencia del Epanet,
- El programa Sewercad cumplió ampliamente con lo planteado pues analiza de forma eficiente las redes de alcantarillado, dando soluciones alternas, que puedan ser viables en el proyecto.
- En cuanto al sistema de alcantarillado se asegurara una cobertura del 100% para el Centro Poblado Cruz de Médano
- El sistema de tratamiento de aguas residuales consistirá en la construcción de una laguna de estabilización.

- Es recomendable que se elabore un plan de operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como el mantenimiento de la misma
- Es recomendable hacer llegar a la población , el conjunto de normas de Educación Sanitaria o en todo caso a través de las instituciones educativas a brindar charlas, para el uso correcto de las instalaciones sanitarias
- Es recomendable que se elabore un programa de control de fugas para disminuir las pérdidas
- Los depósitos tipo INTZE deben diseñarse de tal manera que se anulen los empujes sobre la viga circular de fondo que une el fondo cónico con el fondo esférico.
- La geometría del depósito debe contemplar la condición de equilibrio sobre la viga de fondo, habiéndose determinado valores de los elementos para diferentes capacidades de depósito.
- La aplicación de 3 métodos de análisis para determinar la fuerza sísmica sobre la estructura permite analizar y comparar la convergencia de los resultados.
- Los periodos de vibración de la estructura, resultantes de la aplicación de los métodos de Holzer y Stodola son relativamente pequeños con lo que podemos considerar a este tipo de estructuras como RIGIDAS.
- El modelar la estructura con 4, 7, 10 y 13 masas distribuidas permite establecer que con 10 masas se consigue el mayor valor del cortante en la base. Este número sería el recomendado para el análisis de reservorios con estructura cilíndrica.
- Cuando las reacciones de los apoyos no son tangentes al meridiano, la teoría de membrana de revolución sufre distorsión debido a que se presentan

efectos de flexión en el borde por los que se debe tener en cuenta la teoría de flexión.

- Al cambiar la geometría de las vigas de apoyo de los elementos como la fuerza horizontal aumentan o disminuyen en la medida que aumenta o disminuye la geometría de los elementos de apoyo.
- La R.N.E. debería considerar en el capítulo de diseño de cáscaras, los esfuerzos a tracción máximos del concreto y el acero para obras hidráulicas ya que este valor ayudaría a los diseñadores a no sobre-dimensionar sus estructuras.

