

*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Venado Tuerto*

Departamento de Ingeniería Civil



PROYECTO

*Ampliación del sistema de extracción, producción y distribución de Agua
Potable de la ciudad de Venado Tuerto.*

ALUMNO

Carolina B. Gómez Rocci

DIRECTOR ACADEMICO
PROFESOR DE LA ASIGNATURA

Ing. Carlos Alberdi

DIRECTOR TECNICO

Ing. Alberto Armas

Noviembre de 2009



PROYECTO N° 32

*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Venado Tuerto*

Departamento de Ingeniería Civil



PROYECTO

*Ampliación del sistema de extracción, producción y distribución de Agua
Potable de la ciudad de Venado Tuerto.*

ALUMNO

Carolina B. Gómez Rocci

DIRECTOR ACADEMICO
PROFESOR DE LA ASIGNATURA
Ing. Carlos Alberdi

DIRECTOR TECNICO
Ing. Alberto Armas

Noviembre de 2009

PROYECTO N° 31

INDICE



INDICE

1. Introducción

1.1. Objetivos y alcances

2. Consideraciones generales

2.1. Ubicación geográfica

2.2. Aguas subterráneas

2.2.1. Zonas hidrogeológicas de la República Argentina

2.3. Geología e hidrogeología

2.4. Estratigrafía

2.5. Espesor

2.6. Clima

2.7. Aguas Subterráneas

2.7.1. Vulnerabilidad

2.7.2. Hidrodinámica

2.7.3. Hidroquímica

3. Propiedades físicas y químicas el agua

3.1. Propiedades físicas

3.2. Propiedades químicas

4. Enfermedades de origen hídrico

5. Usos domésticos del agua potable

6. Planta Actual de agua potable

6.1. Ubicación

6.2. Situación actual

6.3. Fotografías planta de agua potable

3. Modelo de demanda

3.1. Población Total

3.2. Habitantes por vivienda

3.3. Cobertura agua potable

3.4. Población servida con agua potable

3.5. Unidades de consumo

3.6. Conexiones

3.7. Relación agua de consumo e instalaciones domiciliarias

3.8. Detención medio de consumo

3.9. Detención media diaria de producción

3.10. Detención máxima diaria de producción

3.11. Consumo media domiciliario de agua

3.12. Porcentaje de agua no contabilizada

3.13. Demanda media diaria de agua

3.14. Coeficiente de pico estacional

3.15. Coeficiente de pico horario

3.16. Demanda máxima diaria de producción de agua

3.17. Demanda máxima horaria de producción de agua

4. Balance de agua

4.1. Población total servida en el año n

4.2. Duración de consumo media anual efectiva

4.3. Detención de consumo media anual efectiva

4.4. Consumo de diseño

4.5. Definiciones de coeficientes de caudal

4.6. Resumen de caudales para el año 2030



INDICE

1. Introducción

1.1. Objetivos y alcances

2. Consideraciones generales

2.1. Ubicación geográfica

2.2. Aguas Subterráneas

2.2.1. Zonas hidrogeológicas de la republica Argentina

2.3. Geología e hidrogeología

2.4. Estructura

2.5. Espesor

2.6. Clima

2.7. Aguas Subterráneas

2.7.1. Vulnerabilidad

2.7.2. Hidrodinámica

2.7.3. Hidroquímica

3. Propiedades físicas y químicas el agua

3.1. Propiedades físicas

3.2. Propiedades químicas

4. Enfermedades de origen hídrico

5. Usos domésticos del agua potable

6. Planta Actual de agua potable

6.1. Ubicación

6.2. Situación actual

6.3. Fotografías planta de agua potable

3. Modelo de demanda

3.1. Población Total

3.2. Habitantes por vivienda

3.3. Cobertura agua potable

3.4. Población servida con agua potable

3.5. Unidades de consumo

3.6. Conexiones

3.7. Relación agua de consumo e instalaciones domiciliarias

3.8. Dotación media de consumo

3.9. Dotación media diaria de producción

3.10. Dotación máxima diaria de producción

3.11. Consumo medio domiciliario de agua

3.12. Porcentaje de agua no contabilizada

3.13. Demanda media diaria de agua

3.14. Coeficiente de pico estacional

3.15. Coeficiente de pico horario

3.16. Demanda máxima diaria de producción de agua

3.17. Demanda máxima horaria de producción de agua

4. Balance de masas

4.1. Población total servida en el año n

4.2. Dotación de consumo media anual efectiva

4.3. Dotación de consumo media anual aparente

4.4. Caudales de diseño

4.5. Definiciones de coeficientes de caudal

4.6. Resumen de caudales para el año 2030



- 4.7. Caudales de diseño
- 4.8. Esquema de producción porcentual
- 4.9. Esquema de producción de acuerdo al proyecto
- 4.10. Caudales de diseño de producción para el año 20 del proyecto
- 4.11. Calculo por etapas

5. Flow Sheet

6. Normas de calidad

- 6.1. Legislación municipal
- 6.2. Legislación provincial
- 6.3. Legislación nacional
- 6.4. Legislación internacional

7. Captación

- 7.1. Las aguas subterráneas como fuente de suministro
- 7.2. El agua en el terreno
- 7.3. Zonas del terreno según el tipo de agua
 - 7.3.1. Zona de aireación
 - 7.3.2. Zona de retención
 - 7.3.3. Zona de evapotranspiración
 - 7.3.4. Zona de saturación
- 7.4. Estudios preliminares del acuífero
 - 7.4.1. Conceptos básicos
 - 7.4.2. Parámetros hidráulicos del acuífero
 - 7.4.3. Pozo de exploración
 - 7.4.4. Construcción del piezómetro
 - 7.4.5. Construcción del pozo de bombeo
 - 7.4.6. Ensayo de bombeo y recuperación
 - 7.4.7. Conclusiones y recomendaciones
- 7.5. Diseño de los pozos - Radios de influencia
 - 7.5.1. Calculo del tiempo de bombeo para que el radio de acción no supere los 100 m
 - 7.5.2. Recuperación del nivel de agua
 - 7.5.3. Rendimiento de los pozos y número de pozos necesarios
 - 7.5.4. Diseño de las perforaciones
 - 7.5.5. Frecuencia de bombeo
 - 7.5.6. Equipamiento
 - Anexo: Planilla perdida de carga sectores de captación
 - Bomba adoptada características
 - Planos de captación

8. Tratamiento y reserva

- 8.1. Tratamiento integral de aguas - Osmosis Inversa
- 8.2. Comparación entre Osmosis Inversa e Intercambio Iónico
- 8.3. Osmosis Inversa
- 8.4. Teoría de Osmosis Inversa
- 8.5. Descripción de un sistema de osmosis inversa
- 8.6. Diseño de un sistema de Osmosis Inversa
- 8.7. Tratamiento químico del agua de alimentación
- 8.8. Tecnología de la membrana
- 8.9. Protección de las membranas
- 8.10. Tipos de membranas
 - 8.10.1. Membranas tubulares



- 8.10.2. Membranas capilares
- 8.10.3. Membranas de espiral
- 9. Reserva de agua cruda
- 10. Adopción del equipo de Osmosis Inversa
- 11. Balance químico relación agua cruda a permeado
- 12. Adopción sistema de desinfección
 - 12.1. Introducción
 - 12.2. Factores que influyen en la cloración
 - 12.3. Reacciones del cloro en el agua
 - 12.4. Demanda de cloro y break point
 - 12.5. Cloro residual en la red de distribución
 - 12.6. Elección del desinfectante residual
 - 12.7. Sistema de desinfección adoptado
- 13. Disposición final del rechazo
- 14. Justificación del tratamiento por O.I.
- 15. Calculo cisternas de agua producto
 - Anexo: Ver planillas bombas adoptadas
Planos cisternas

9. Impulsión

9.1. Adopción bombas sistema de impulsión

10. Servicios auxiliares

10.1. Introducción

10.2. Calculo nave

*Anexo: Planos nave

11. Cómputo y presupuesto

12. Costo operativo

12.1. Costo operativo proceso de Osmosis Inversa

12.2. Costo Operativo general de la planta

13. Conclusión

14. Agradecimientos

15. Bibliografía Consultada



CAPITULO I INTRODUCCION

1.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente proyecto tiene por objeto la provisión de agua potable para la ciudad de Venado Tuerto, analizando la situación actual del servicio y considerando un crecimiento en el modelo de demanda de servicio de acuerdo a la incorporación de nuevos usuarios y el crecimiento demográfico. El proyecto está diseñado para cubrir la demanda de nuestra ciudad prevista para el año 2034, cuyo valor surge de analizar el crecimiento poblacional en el escenario del tiempo durante los próximos 20 años, tomando como valor la tasa de crecimiento poblacional correspondiente.

Actualmente nuestra ciudad tiene una población de 79474 hab. de los cuales cuentan con servicio de agua potable el 48 %, nuestro objetivo para el año 2034 tendrá una población futura de 118080 hab. estimando una cobertura del 70 %, por lo tanto estimamos un déficit de un total de 82675 hab. con cobertura de agua potable.

Objetivo:

Se diseñará la perforación y el área necesaria de explotación para cubrir el volumen necesario y su transporte a planta.

La obtención de agua será mediante fuentes subterráneas ampliando las perforaciones que hoy existen, en base a estudios hidrogeológicos - cuantitativos que aseguran la obtención de agua con calidad constante para el servicio, sin perjudicar a las aguas subterráneas y garantizando un caudal suficiente para nuestra planta productora.

Se adoptará el sistema de bombas necesario para cada perforación, la longitud desde cisterna de agua cruda a equipo de cisterna de agua producido a captación de bombeo así como también las necesarias para la regulación desde C.B. a redes.

Transporte:

El transporte a planta será por acueducto de extracción en tubería marca TKRE - PVC clase 6 junta telescópica, según diámetros necesarios según el análisis de caudales y la pérdida de carga por fricción.

Reservorio:

Diseño y cálculo estructural de la cisterna reserva de agua cruda, y la cisterna de reserva de agua producido considerando 12 horas de suministro.

El proceso utilizado para la obtención de agua potable es mediante Ósmosis Inversa ya que muchas aguas contienen sales constituidas de sales, así como también sulfatos, fluoruros, etc. y este proceso asegura la eliminación en proporciones necesarias de ellas, caso contrario del sistema tratar cada compuesto con un tratamiento adecuado y los costos así serían aceptables.

Se usará para el equipo de Ósmosis Inversa de acuerdo al caudal de abastecimiento necesario y de acuerdo a la calidad del agua subterránea. Así adoptaremos el equipo adecuado y las membranas asociadas para nuestro tipo de agua.

También adoptaremos el sistema de descalcificación por correspondencia antes de la distribución, con su respectiva línea de cloración.

Reserva:

De acuerdo al consumo estimado para el año de proyecto se dimensionará 4 cisternas de almacenamiento de agua producido. Considerando un caudal de reserva de 7000 l/s.

Se dimensionará también una nave cuya función es de almacenamiento y guardado de herramientas y/o materia prima, las medidas serán de 12x20 m.

Todo lo considerado cumpliendo con las regulaciones sanitarias vigentes a la ciudad de Venado Tuerto hacia fuentes subterráneas de la planta de purificación.

CAPITULO 1 INTRODUCCION



CAPITULO 1 *PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN, PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE*

INTRODUCCION

1.1. OBJETIVOS Y ALCANCES

El presente proyecto tiene por objeto la provisión de agua potable para la ciudad de Venado Tuerto, analizando la situación actual del servicio y considerando un crecimiento en el modelo de demanda de servicio de acuerdo a la incorporación de nuevos usuarios y al crecimiento demográfico. El proyecto esta diseñado para cubrir la demanda de nuestra ciudad prevista para el año 2030, cuyo valor surge de analizar el crecimiento poblacional en el transcurso del tiempo durante los próximos 20 años, tomando como valor la tasa de crecimiento poblacional correspondiente.

Actualmente nuestra ciudad tiene una población de 79174 hab de los cuales cuentan con servicio de agua potable el 48 %, nuestro alcance para el año 2030 tendrá una población futura de 118080 hab estimando una cobertura del 70 %, por lo tanto estaríamos hablando de un total de 82628 hab. con cobertura de agua potable.

Captación:

Se diseñara la perforación y el área necesaria de captación para cubrir el volumen necesario y su transporte a planta.

La obtención de agua será mediante fuentes subterráneas ampliando las perforaciones que hoy existen, en base a estudios hidrogeológicos existentes que, aseguran la obtención de agua con calidad constante para el servicio, sin perjudicar a las aguas subterráneas y garantizando un caudal favorable para nuestra planta productora.

Se adoptara el sistema de bombas necesario para cada perforación, la impulsión desde cisterna de agua cruda a equipo, de cisterna de agua producto a cámara de bombeo así como también las necesarias para la impulsión desde C.B. a redes.

Transporte:

El transporte a planta será por acueducto de captación en cañería marca TIGRE PVC clase 6 junta integrada, según diámetros necesarios según el análisis de caudales y la pérdida de carga por tramos.

Tratamiento:

Diseño y cálculo estructural de la cisterna reserva de agua cruda, y la cisterna de reserva de agua producto considerando 12 horas de suministro.

El proceso utilizado para la obtención de agua potable es mediante Osmosis Inversa ya que nuestras aguas contienen altos contenidos de sales, así como también sulfuros, fluoruros, etc y este proceso asegura la eliminación en proporciones necesarias de ellos, caso contrario deberíamos tratar cada compuesto con un tratamiento adecuado y los costos no serian aceptables.

Se adoptara el equipo de Osmosis Inversa de acuerdo al caudal de abastecimiento necesario y de acuerdo a la calidad del agua subterránea. Así adoptaremos el equipo necesario y las membranas adecuadas para nuestro tipo de agua.

También adoptaremos el sistema de desinfección que corresponda antes de la distribución, con su respectiva bomba dosificadora.

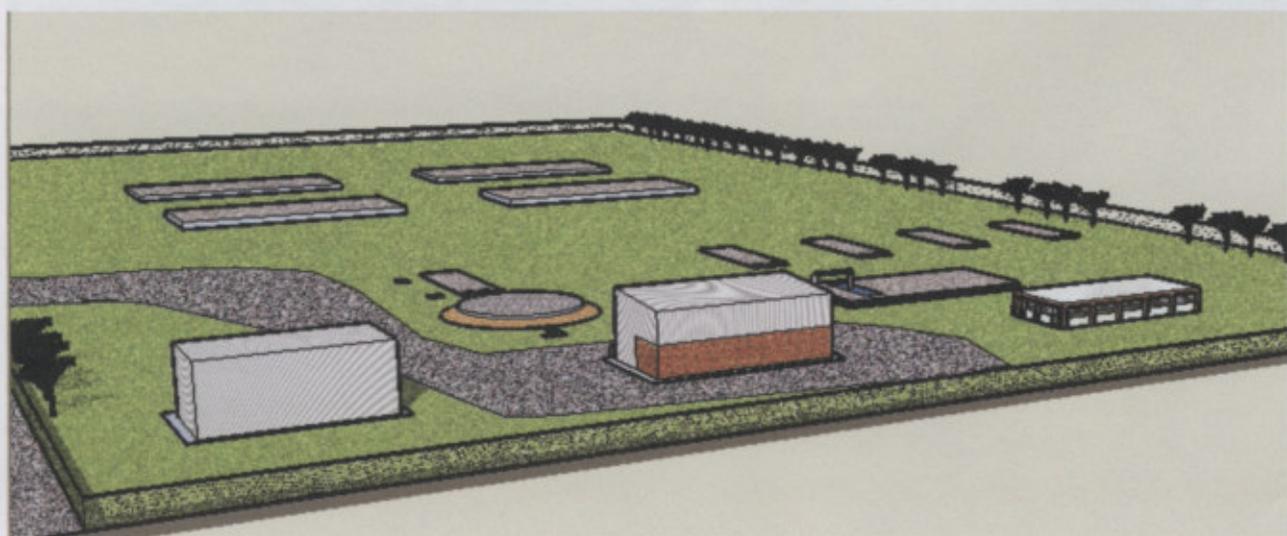
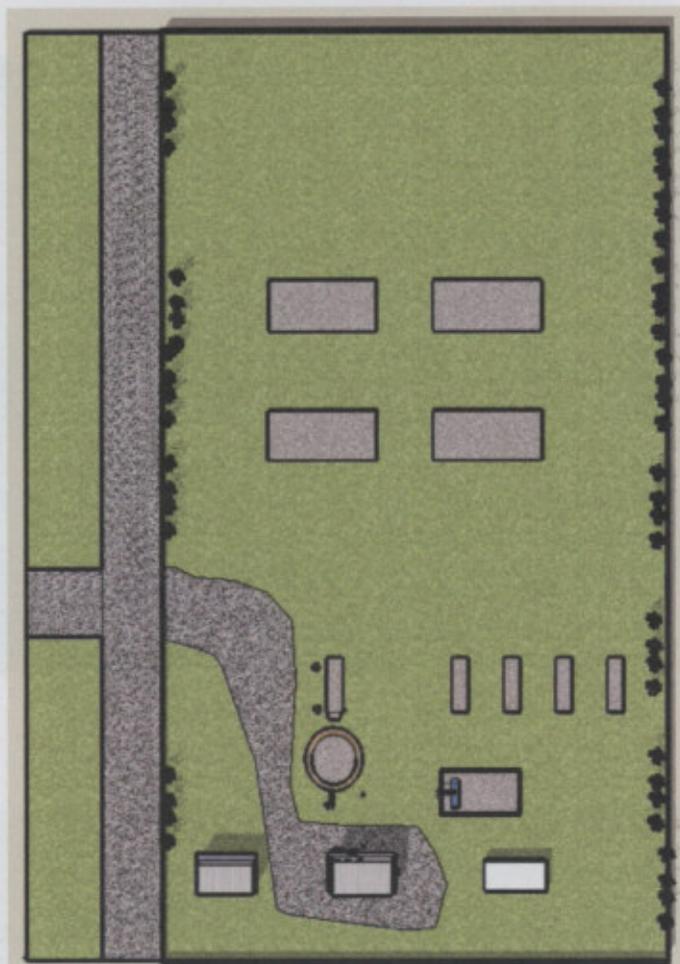
Reserva:

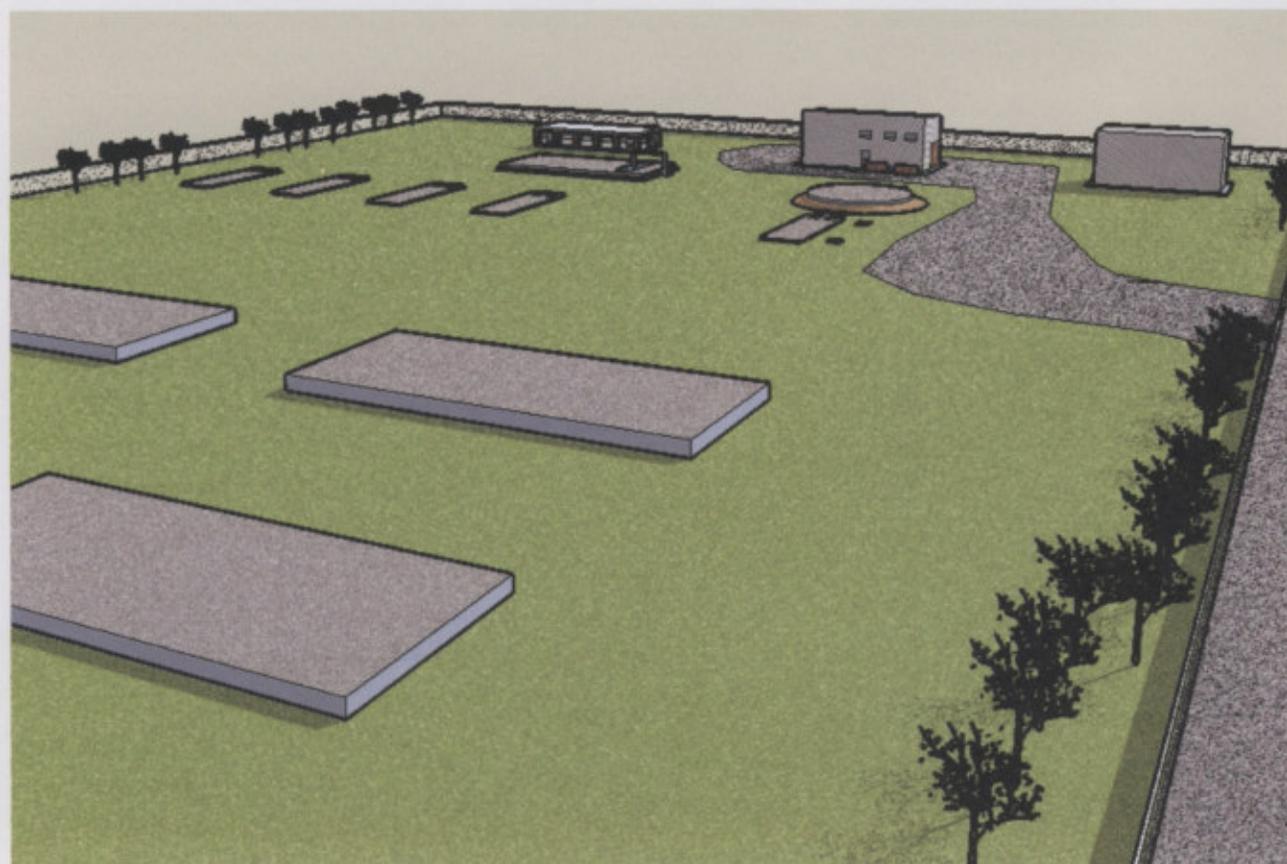
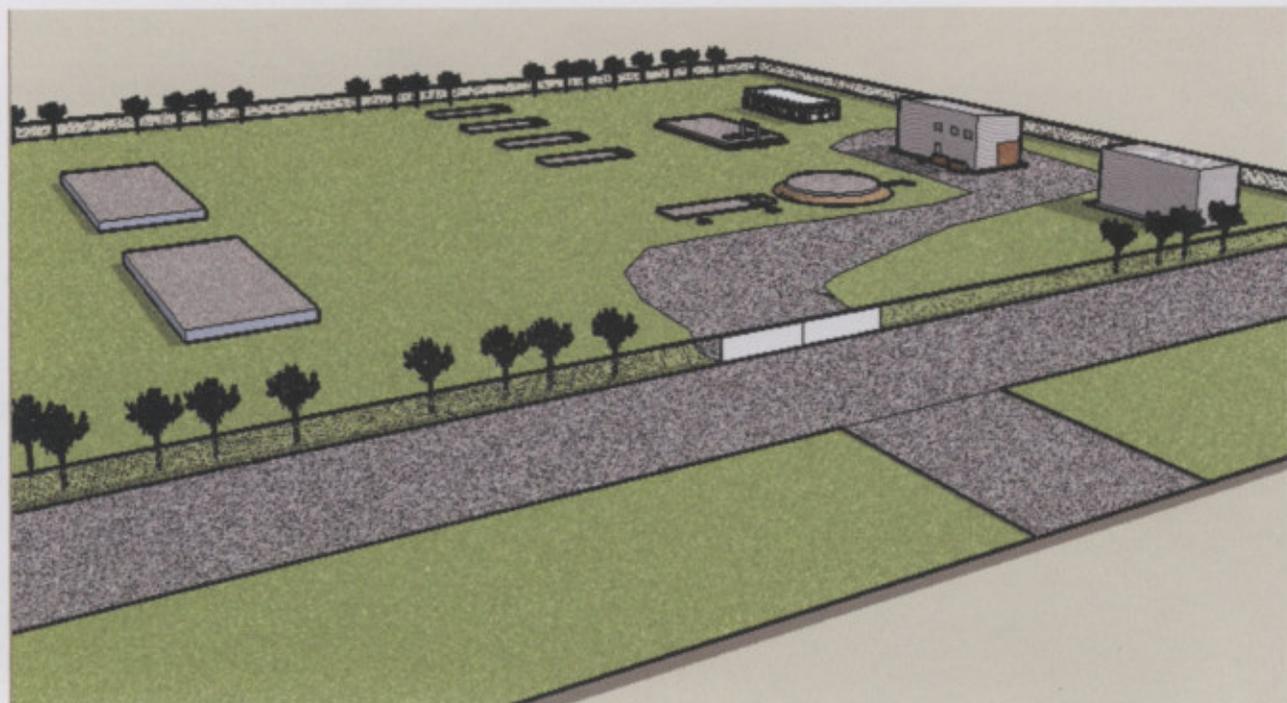
De acuerdo al consumo estimado para el año de proyecto se dimensionaran 4 cisternas de almacenaje de agua producto. Considerando un caudal de reserva de 7000 lts.

Se dimensionara también una nave cuya función es de almacenaje y guardado de herramientas y/o materia prima, las medidas serán de 12x20 m.

Todo lo considerado cumpliendo con los estándares permitidos referentes a la calidad del agua potable y al buen funcionamiento de la planta de purificación.

PROYECTO AÑO 2030 C.O.S. PLANTA AGUA POTABLE

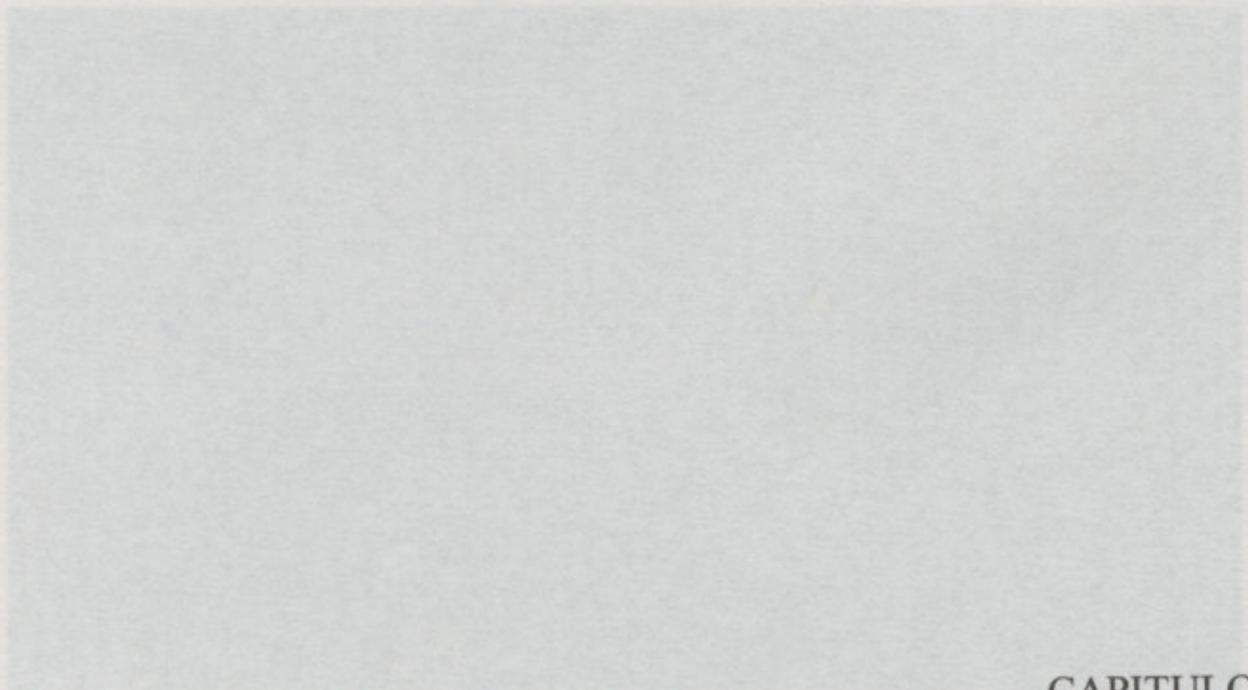






CAPITULO 2
CONSIDERACIONES GENERALES
2.1. UBICACION GEOGRAFICA

Venado Tuerto se encuentra ubicada en el Departamento Venado Tuerto, en el Sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina. Latitud y Longitud (Distos para la plaza) son: $32^{\circ} 54' 47'' S$ - $61^{\circ} 57' 38'' O$.



CAPITULO 2
CONSIDERACIONES GENERALES

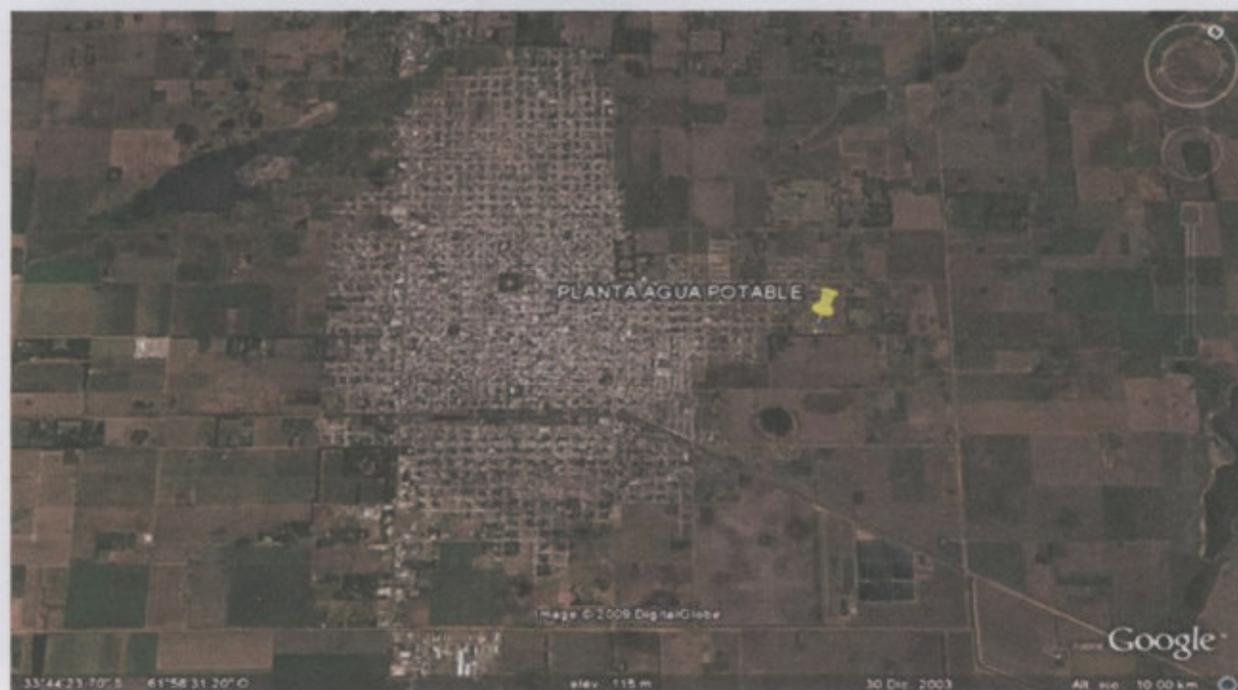


CAPITULO 2

CONSIDERACIONES GENERALES

2.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

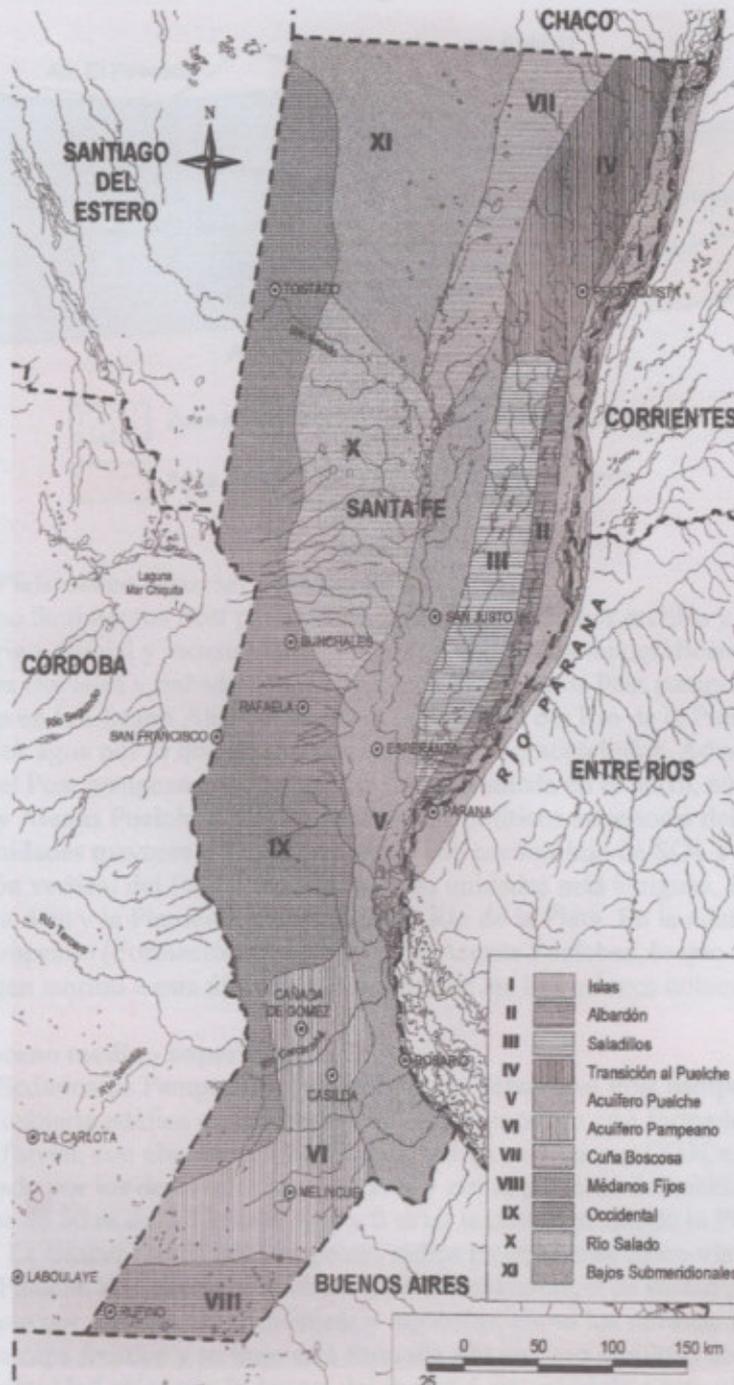
Venado Tuerto se encuentra ubicada en el Departamento General López, en el Sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina. **Latitud y Longitud** (Datos para la plaza San Martín) $33^{\circ} 44' 43''\text{S}$ - $61^{\circ} 58' 08''\text{O}$.



2.2. AGUAS SUBTERRANEAS



2.2.1. ZONAS HIDROGEOLOGICAS DE LA PROVINCIA DE SANTA FE



2.3. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

En la siguiente figura se detalla perfil hidrogeológico correspondiente a la zona estudiada. Se puede observar la disposición de los acuíferos post-pampeano, pampeano y puelche.

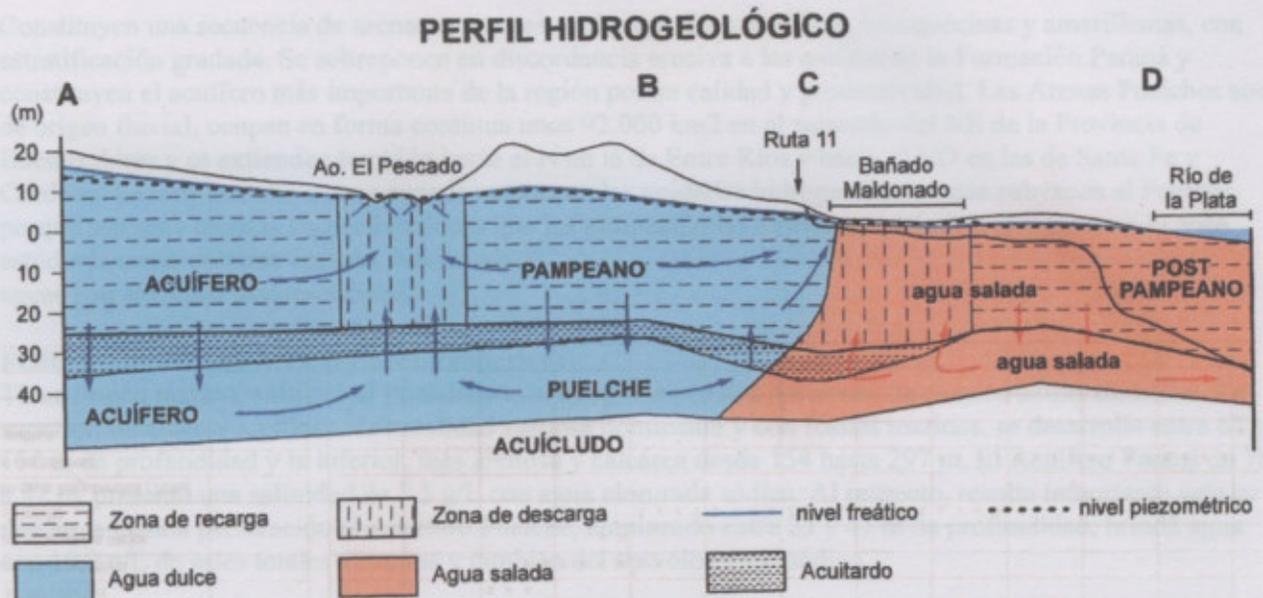


FIG. 1

POSTPAMPEANO (Pleistoceno superior - Holoceno)

También conocido como Sedimentos Post pampeanos, está constituido por arcillas y limos arcillosos y arenosos de origen marino, fluvial y lacustre, acumulados en ambientes topográficamente deprimidos (Planicie Costera, valles fluviales y bañados o lagunas). Los Sedimentos Post pampeanos, cuyo espesor varía entre pocos centímetros en la Llanura Alta y unos 25 m en la ribera del Río de la Plata, poseen muy poca capacidad para transmitir agua por lo que actúan como acuitardos o acuicludos. Además, existe una notable correspondencia entre el Post pampeano y la presencia de agua salada en el perfil, aún en las unidades más profundas (Pampeano y Arenas Puelches). En los sedimentos políticos superiores del Post pampeano, es frecuente registrar salinidades mayores a 15 g/L, de aguas con predominio de SO_4 y Cl . En la figura 1 se representa la disposición vertical del Post pampeano y otras unidades más antiguas, a lo largo de una traza que atraviesa la Llanura Alta y la Planicie Costera hasta el Río de la Plata. En la misma se aprecia el contacto directo entre el Post pampeano (Formación Querandí) y las Arenas Puelches, lo que evidentemente facilitó la entrada de agua de origen marino a esta última unidad, durante las intrusiones holocenas.

PAMPEANO (Pleistoceno medio - superior)

También denominado Sedimentos Pampeanos, se emplaza por debajo del Post pampeano en la Planicie Costera y subyace a la cubierta edáfica en la Llanura Alta. El Pampeano está formado por limo arenoso de origen eólico (loess) y fluvial, con abundante plagioclasa, vidrio volcánico y CO_3Ca (tosca). El espesor del Pampeano está controlado por los desniveles topográficos y por la posición del techo de las Arenas Puelches, variando entre extremos de 50 m en la Llanura Alta y 0 m en la costa del Río de la Plata, donde fue totalmente erosionado. La trascendencia del Pampeano radica en que actúa como vía para la recarga y la descarga del Acuífero Puelche subyacente y también para la transferencia de sustancias contaminantes, generadas principalmente por actividades domésticas y agrícolas, como los nitratos. La sección superior del Pampeano contiene a la capa freática y su base está formada por un limo arcilloso de unos 6 m de espesor medio y apreciable continuidad areal que lo separa del Puelche, otorgándole a este último un comportamiento de acuífero semiconfinado. La conductividad hidráulica y la porosidad efectiva más frecuentes varían entre 1 y 10 m/día y entre 5 y 10% respectivamente. Dado que el caudal puede alcanzar a 30 m³/h por pozo, se lo puede considerar como un acuífero de mediana productividad. En la zona rural cultivada, la falta de entubamiento y aislación del Pampeano, hace que los pozos capten en forma conjunta a éste y al Acuífero Puelche. El agua contenida en el Pampeano es del tipo bicarbonatada sódica y cálcica, con salinidades inferiores a 1 g/L en la Llanura Alta, pero con incrementos notorios en la Planicie Costera.

ARENAS PUELCHES (Plio-Pleistoceno)



Constituyen una secuencia de arenas cuarzosas sueltas, medianas y finas, blanquecinas y amarillentas, con estratificación gradada. Se sobreponen en discordancia erosiva a las arcillas de la Formación Paraná y constituyen el acuífero más importante de la región por su calidad y productividad. Las Arenas Puelches son de origen fluvial, ocupan en forma continua unos 92.000 km² en el subsuelo del NE de la Provincia de Buenos Aires y se extienden también hacia el N en la de Entre Ríos y hacia el NO en las de Santa Fe y Córdoba. Es muy poco lo que se conoce respecto a las unidades hidrogeológicas que subyacen al Puelche, porque son muy escasas las perforaciones que las alcanzan o las atraviesan, debido a que tanto en la zona estudiada como en otras vecinas, han brindado aguas con elevados tenores salinos.

FORMACION PARANA (Mioceno superior)

Tiene origen marino, subyace al Puelche y está integrada por dos secciones de características disímiles. La superior, netamente arcillosa, de tonalidad verdosa dominante y con fósiles marinos, se desarrolla entre 63 y 154 m de profundidad y la inferior, más arenosa y calcárea desde 154 hasta 297 m. El Acuífero Paraná de 78 a 82 m, presentó una salinidad de 7,5 g/L con agua clorurada sódica. Al respecto, resulta importante señalar que en la misma perforación el Acuífero Puelche, emplazado entre 23 y 47 m de profundidad, brindó agua con 18,2 g/L de sales totales disueltas y también del tipo clorurado sódico.

FORMACION OLIVOS (Oligoceno – Mioceno inferior)

Tiene origen continental, con participación eólica y fluvial. Subyace a la Formación Paraná mediante una superficie de discordancia erosiva y en la Perforación Plaza de Armas, se apoya sobre el Basamento Cristalino. En la Fm. Olivos predomina la tonalidad rojiza por lo que también se la denomina El Rojo. El acuífero contenido en el conglomerado basal, registró un nivel piezométrico de 7,35 m referido al cero del Riachuelo. No se indica en el perfil la composición del agua contenida en el Acuífero Olivos, pero en la cuenca del Río Matanza, la sección más profunda, registró una salinidad de 40 g/L (Auge, 1986).

BASAMENTO CRISTALINO (Precámbrico)

Constituye la base impermeable del sistema hidrológico subterráneo. En el sitio estudiado está formado por rocas cristalinas del tipo gneis granítico, que por su textura carecen de porosidad primaria y por lo tanto actúan como acuífugas. Sólo pueden transmitir agua, pero generalmente en cantidades reducidas, a través de fisuras (esquistosidad, diaclasas, fracturas).

El basamento, de edad Proterozoica, fue alcanzado por la perforación Plaza de Armas a 486 m de profundidad y puede asimilarse al que aflora en las Sierras de Tandil, en la Isla Martín García y en la costa uruguaya.

2.4. ESTRUCTURA

Una de las características distintivas de la geología de los ambientes llanos, es la escasa deformación tectónica, particularmente de las unidades más modernas, lo que se traduce en una posición estratigráfica subhorizontal. Esta condición caracteriza tanto al piso como al techo de las Arenas Puelches, que presentan suaves desniveles estructurales, indicativos de la ausencia de fallamiento. Por lo tanto, se concluye que la actividad tectónica no incide en el comportamiento hidrogeológico de las unidades de mayor interés (Puelche y Pampeano).

2.5. ESPESOR

En la figura 1 se representan las variaciones de espesor de las Arenas Puelches, apreciándose que las mayores potencias (más de 30 m) se dan en el subsuelo de La Plata y alrededores y en Bavio (más de 40 m), y espesores menores de 20 m, se presentan al O de la ciudad (arroyos Martín, Carnaval y Pereyra). Tampoco surgen evidencias de fallamiento, al analizar el mapa de espesor. Respecto al Acuífero Pampeano, la profundidad de su base (techo de las Arenas Puelches) deducida de la profundidad de la superficie freática, brinda el espesor saturado, variable que, junto con el área y la porosidad efectiva, permiten calcular el volumen de agua almacenada en este acuífero. El acuitardo que compone el techo del Acuífero Puelche, está formado por un limo arcilloso, ocasionalmente arenoso (Ensenadense basal), que se extiende en forma ininterrumpida en el subsuelo del ámbito estudiado, con un espesor más frecuente entre 4 y 8 m. Su



importancia radica en que constituye la unidad a través de la cual se recarga y descarga el Puelche (Auge, 1986).

2.6. CLIMA

La precipitación y la temperatura, son las variables que ejercen mayor influencia en las características climáticas de una región y por ello, son las más utilizadas en las clasificaciones.

En ámbitos de llanura como el estudiado, la precipitación presenta una variabilidad espacial y temporal mucho más marcada que la temperatura y por ello, es necesario disponer de series prolongadas para lograr una caracterización del clima sobre la base de valores medios. Sin embargo, la variabilidad citada hace que la lluvia, durante determinados lapsos, supere con amplitud y en otros sea marcadamente inferior a la media, cuya obtención representativa, Respecto a la temperatura, la OMM considera un lapso mínimo de 10 años, para lograr valores medios representativos.

2.7. AGUA SUBTERRÁNEA

2.7.1. VULNERABILIDAD

Dado que las metodologías más conocidas (DRASTIC, GOD, SINTACS, AVI), tratan sobre la vulnerabilidad de acuíferos libres, Auge (2003) desarrolló una específica para semiconfinados. La misma se basa en la diferencia de potenciales hidráulicos entre un acuífero semiconfinado y el libre sobrepuesto; en el caso objeto entre el Puelche y el Pampeano.

Denominando h_1 al potencial hidráulico del acuífero libre y h_2 al del semiconfinado, se tiene que:

$h_2 > h_1$ vulnerabilidad baja

$h_2 \approx h_1$ vulnerabilidad media

$h_2 < h_1$ vulnerabilidad alta

Se puede concluir que la diferencia de potenciales hidráulicos es un buen indicador de la vulnerabilidad de un acuífero semiconfinado a la contaminación con NO_3 (Auge et al, 2004).

2.7.2. HIDRODINAMICA

El agua se encuentra alojada en los poros de los sedimentos Pampeanos, los que están integrados por limos arenosos, algo arcillosos, de color castaño con tonalidades amarillentas a rojizas, con intercalaciones calcáreas en forma de nódulos o estratiformes conocido como tosca.

El espesor que pueden alcanzar los sedimentos pampeanos varía entre los 20 y 120 metros, en coincidencia con la profundidad del techo de la formación puelches. En algunos sectores y por encima del pampeano se encuentran sedimentos más modernos y de menor espesor denominados post-pampeanos, ubicados generalmente en los valles de los ríos y en posiciones topográficas bajas.

Esta unidad se caracteriza por mantener sus paredes verticales en cortes y perforaciones y brinda caudales más bajos comparativamente con los caudales obtenidos de las arenas puelches, debido a su menor permeabilidad.

Sus parámetros hidráulicos son los siguientes:

- Porosidad efectiva 10 %
- Permeabilidad 5 a 10 m/d
- Transmisividad 100m²/d a 200m²/d
- Coeficiente de almacenamiento orden de 10-3
- Caudales obtenibles más comunes: entre 40 a 100 m³/h
- Caudales máximos sin garantía de sustentabilidad: hasta 150 m³/h

2.7.3. HIDROQUIMICA

Las aguas de la capa freática o libre pueden clasificarse como bicarbonatadas sodicas, magnésicas-calcicas, mientras que las aguas semiconfinadas del pampeano pueden clasificarse como bicarbonatadas sodicas, calcicas magnésicas. El acuífero registra un aumento de la salinidad de sus aguas hacia el oeste. En baradero y campana el residuo seco alcanza los 600 mg/l, pergamino 1000 mg/l, etc. La salinidad de esta sección también aumenta en las áreas de las llanuras de inundación de los grandes ríos y arroyos donde se hallan



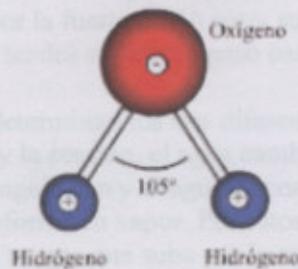
grandes depósitos de sedimentos post-pampeanos.

Por otra parte el pampeano se caracteriza por aportar a las aguas subterráneas elementos nocivos tales como fluor y arsénico, que en muchos casos dados los altos tenores, impide su utilización como agua potable. Estas circunstancias regulan la extracción en función de la potabilidad natural al fluor o arsénico, y no a sus posibilidades hidrodinámicas.

3. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA

3.1. PROPIEDADES FISICAS

- 1) Estado físico: sólida, líquida y gaseosa
- 2) Color: incolora
- 3) Sabor: insípida
- 4) Olor: inodoro
- 5) Densidad: 1 g./c.c. a 4°C
- 6) Punto de congelación: 0°C
- 7) Punto de ebullición: 100°C
- 8) Presión crítica: 217,5 atmósferas.
- 9) Temperatura crítica: 374°C



Ni sabe, ni huele, ni tiene color: éstas son quizá algunas de las características más conocidas del agua. Estas cualidades corresponden al agua químicamente pura.

El agua químicamente pura es un líquido inodoro e insípido; incoloro y transparente en capas de poco espesor, toma color azul cuando se mira a través de espesores de seis y ocho metros, porque absorbe las radiaciones rojas. Sus constantes físicas sirvieron para marcar los puntos de referencia de la escala termométrica Centígrada. A la presión atmosférica de 760 milímetros el agua hierve a temperatura de 100°C y el punto de ebullición se eleva a 374°, que es la temperatura crítica a que corresponde la presión de 217,5 atmósferas; en todo caso el calor de vaporización del agua asciende a 539 calorías/gramo a 100°. Mientras que el hielo funde en cuanto se calienta por encima de su punto de fusión, el agua líquida se mantiene sin solidificarse algunos grados por debajo de la temperatura de cristalización (agua subenfriada) y puede conservarse líquida a -20° en tubos capilares o en condiciones extraordinarias de reposo. La solidificación del agua va acompañada de desprendimiento de 79,4 calorías por cada gramo de agua que se solidifica. Cristaliza en el sistema hexagonal y adopta formas diferentes, según las condiciones de cristalización.

A consecuencia de su elevado calor específico y de la gran cantidad de calor que pone en juego cuando cambia su estado, el agua obra de excelente regulador de temperatura en la superficie de la Tierra y más en las regiones marinas.

El agua se comporta anormalmente; su presión de vapor crece con rapidez a medida que la temperatura se eleva y su volumen ofrece la particularidad de ser mínimo a la de 4°. A dicha temperatura la densidad del agua es máxima, y se ha tomado por unidad. A partir de 4° no sólo se dilata cuando la temperatura se eleva, sino también cuando se enfría hasta 0°: a esta temperatura su densidad es 0,99980 y al congelarse descende bruscamente hacia 0,9168, que es la densidad del hielo a 0°, lo que significa que en la cristalización su volumen aumenta en un 9 por 100.

Para la mayoría de nosotros es común identificar al agua por su fórmula: H₂O. Esta fórmula representa a una molécula formada por dos elementos, hidrógeno y oxígeno, que contiene dos átomos del primero y uno del



segundo. La molécula del agua es dipolar, es decir, presenta un polo positivo, por parte del hidrógeno, y uno negativo, debido al oxígeno. Los dipolos se forman a través de la molécula de agua como resultado de un covalente polar que se une entre el hidrógeno y el oxígeno. Ya que los electrones que se enlazan son compartidos desigualmente por los átomos de hidrógeno y de oxígeno, una carga parcial negativa (δ^-) se forma en la parte del oxígeno de la molécula de agua, y una carga parcial positiva (δ^+) se forma en la parte del hidrógeno. Puesto que los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula contienen cargas opuestas, moléculas de agua vecinas se atraen entre sí como pequeños imanes. La atracción electrostática entre el hidrógeno (δ^+) y el oxígeno (δ^-) en las moléculas adyacentes se llama enlace de hidrógeno. Así pues, esta estructura permite que muchas moléculas iguales sean atraídas y se unan con gran facilidad, formando enormes cadenas que constituyen el líquido que da la vida a nuestro planeta: el agua.

Existen otras propiedades físicas del agua. Tenemos que, aún siendo incolora, el agua toma un tono azulado cuando se mira a través de espesores de seis y ocho metros. Esto se debe a que absorbe las radiaciones rojas. No posee por sí misma una forma definida, por eso es que toma la forma del recipiente que la contiene; no obstante, su superficie conserva una posición horizontal. Además, este líquido tiene densidad; ésta se define como la relación de la masa entre el volumen, de ahí que 1 kilo de agua ocupa el volumen de 1 litro del mismo elemento. También, el agua es el medio en que se disuelven casi todas las sustancias y se producen muchas reacciones químicas.

Al igual que el aire, el agua tiene una fuerza con la que empuja, esto se llama presión. Así mismo, el agua posee una tensión superficial producida por la fuerte unión entre sus moléculas. Es por eso que si dejamos caer una aguja engrasada al agua, ésta no tendrá suficiente peso para romper la tensión de las moléculas en la superficie del agua, y por lo tanto flotará.

La temperatura y la presión atmosférica determinan los tres diferentes estados del agua: sólido, líquido y gaseoso. Dependiendo de la temperatura y la presión, el agua cambia con facilidad de un estado a otro. Así, a una temperatura de 0°C se produce la congelación y el agua se convierte en hielo. En cambio, a una temperatura de 100°C , el líquido se transforma en vapor. Por estos factores es posible que el agua de pronto pueda surgir como un líquido que fluye o un gas que sube por la atmósfera o un sólido quieto guardado en el refrigerador.

El paso del agua por los diferentes estados físicos ocurre como se explica a continuación. Cuando el sol calienta el agua de los mares, ríos o cualquier lugar donde haya humedad, ésta se convierte en vapor de agua. Algo similar ocurre cuando se calienta el agua en una cafetera: al hervir se produce un humo blanco, que es agua convertida en vapor.

El agua puede pasar directamente del estado sólido al gaseoso. Este proceso recibe el nombre de sublimación. El vapor de agua pesa menos que el aire, por esta razón puede subir a grandes alturas en la atmósfera y formar nubes.

Al enfriarse, el agua adquiere el estado sólido, conocido como hielo y en éste, a diferencia de los otros dos, puede adquirir formas definidas. En los países en que la temperatura baja mucho durante el invierno, el aire se enfría a tal grado que las gotas de lluvia de las nubes se convierten en pedacitos de hielo, formándose la nieve. En los polos del planeta las temperaturas son permanentemente bajas, lo que provoca la formación de grandes masas de hielo, tan inmensas como continentes.

El agua en su estado líquido es muy abundante en nuestro planeta, al igual que en el organismo humano. Se ha calculado que 83% del peso corporal de un niño está constituido por agua; conforme va creciendo, el porcentaje de agua en su cuerpo va disminuyendo hasta llegar a 60% en un hombre adulto y a 45% en una mujer adulta.

Es preciso señalar que las constantes físicas del agua sirvieron para marcar los puntos de referencia de la escala termométrica centígrada. A la presión atmosférica de 760 milímetros el agua hierve a temperatura de 100°C y el punto de ebullición se eleva a 374° , que es la temperatura crítica a que corresponde la presión de 217,5 atmósferas; en todo caso el calor de vaporización del agua asciende a 539 calorías/gramo a 100° . Mientras que el hielo se funde en cuanto se calienta por encima de su punto de fusión, el agua líquida se mantiene sin solidificarse algunos grados por debajo de la temperatura de cristalización (agua subenfriada) y puede conservarse líquida a -20° en tubos capilares o en condiciones extraordinarias de reposo. La solidificación del agua va acompañada del desprendimiento de 79,4 calorías por cada gramo de agua que se solidifica; se cristaliza en el sistema hexagonal y adopta formas diferentes, según las condiciones de cristalización.



A consecuencia de su elevado calor específico y de la gran cantidad de calor que pone en juego cuando cambia su estado, el agua es un excelente regulador de temperatura en la superficie de la Tierra, específicamente en las regiones marinas.

Se dice que el agua se comporta anormalmente; su presión de vapor crece con rapidez a medida que la temperatura se eleva y su volumen ofrece la particularidad de ser mínimo a la de 4°. A dicha temperatura la densidad del agua es máxima. A partir de 4°C no sólo se dilata cuando la temperatura se eleva, sino también cuando se enfría hasta 0°: a esta temperatura su densidad es 0,99980 y al congelarse desciende bruscamente hasta 0,9168, la densidad del hielo a 0°. Esto significa que en la cristalización su volumen aumenta 9 %.

3.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL AGUA

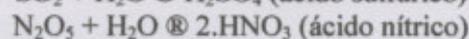
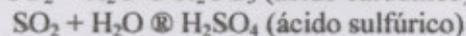
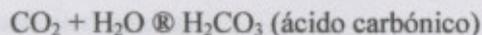
Propiedades Químicas del Agua:

- 1) Reacciona con los óxidos ácidos
- 2) Reacciona con los óxidos básicos
- 3) Reacciona con los metales
- 4) Reacciona con los no metales
- 5) Se une en las sales formando hidratos

Muchas de estas reacciones que exponemos a continuación ya son existentes en la naturaleza:

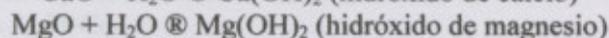
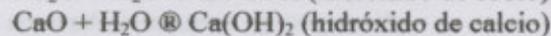
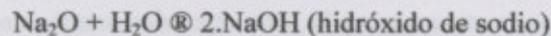
1) *Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.*

Ejemplos:



2) *Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos.* Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad.

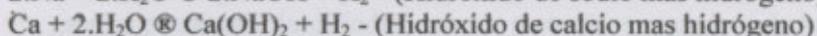
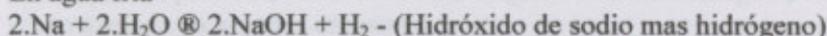
Ejemplos:



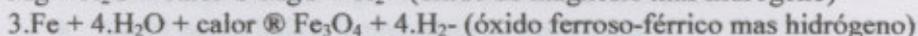
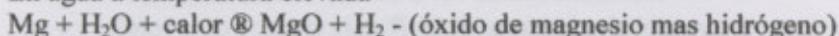
3) *Algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacen a temperatura elevada.*

Ejemplos:

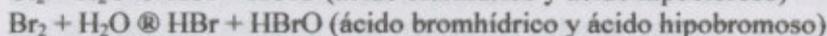
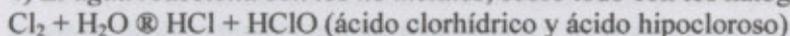
En agua fría



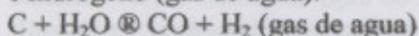
En agua a temperatura elevada



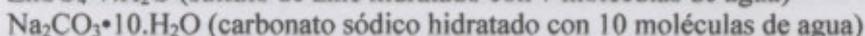
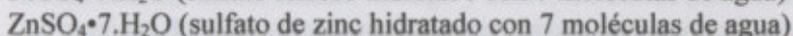
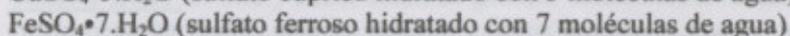
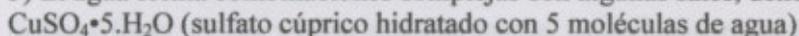
4) *El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, dando los siguientes compuestos:*



Haciendo pasar *carbón al rojo sobre el agua* se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua):



5) El agua forma combinaciones complejas con algunas sales, denominándose *hidratos, como* son:



En algunos casos los hidratos pierden agua de cristalización cambiando de aspecto, y se dice que *son eflorescentes*, como le sucede al sulfato cúprico, que cuando está hidratado es de color azul, pero por pérdida de agua se transforma en sulfato cúprico *anhidro* de color blanco.

Por otra parte, hay sustancias que tienden a tomar el vapor de agua de la atmósfera y se llaman *hidrófilas* y también *higroscópicas*; la sal se dice entonces que *delicuesce, tal* es el caso del cloruro cálcico.



3.3. PARÁMETROS MÁS UTILIZADOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

Una de las clasificaciones que se pueden utilizar para el estudio de los diferentes parámetros de contaminación o calidad de las aguas, es según la naturaleza de la propiedad o especie que se determina. Así, los podemos dividir en:

• *Parámetros de carácter físico*

Color, olor, sabor

Temperatura.

Turbidez

Sólidos en suspensión.

Conductividad y resistividad.

• *Parámetros de carácter químico*

pH.

Dureza.

Alcalinidad.

Oxígeno disuelto.

Otros compuestos.

• *Parámetros orgánicos y biológicos*

Sustancias de carácter orgánico (materia orgánica)

Sustancias de carácter inorgánico.

• *Parámetros de carácter microbiológico: Bacterias indicadoras. Microorganismos patógenos.*

3.3.1. CARACTERES FISICOS

Color: hay que distinguir lo que se llama color aparente, el que presenta el agua bruta y el verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión.

Se mide el color en unidades de Pt-Co.

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Existen muchas causas y por ello no podemos atribuirlo a un constituyente en exclusiva, aunque algunos colores específicos dan una idea de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales. El agua pura es bastante incolora sólo aparece como azulada en grandes espesores.

En general presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales:

- Color amarillento debido a los ácidos húmicos.
- Color rojizo, suele significar la presencia de hierro.
- Color negro indica la presencia de manganeso.

El color, por sí mismo, no descalifica a un agua como potable pero la puede hacer rechazable por estética, en aguas de proceso puede colorear el producto y en circuito cerrado algunas de las sustancias colorantes hacen que se produzcan espumas. Las medidas de color se hacen en laboratorio por comparación, y se suelen medir en ppm de Pt, las aguas subterráneas no suelen sobrepasar las 5 ppm de Pt pero las superficiales pueden alcanzar varios cientos de ppm de Pt. La eliminación suele hacerse por coagulación-floculación con posterior filtración o la absorción en carbón activo.

Sabor y Olor: el olor y sabor están en general íntimamente relacionados. Existen solamente cuatro sabores fundamentales: ácido, salado, amargo y dulce, los olores pueden ser mucho más específicos.

Las medidas de olores y sabores son estimativas, mediante procesos de dilución.

Estos parámetros son determinaciones organolépticas y de determinación subjetiva, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida.

Tienen un interés muy evidente en las aguas potables dedicadas al consumo humano y podemos establecer ciertas "reglas":

Las aguas adquieren un sabor salado a partir de 300 ppm de Cl⁻, y un gusto salado y amargo con más de 450



ppm de $\text{SO}_4^{=}$. El CO_2 libre en el agua le da un gusto "picante". Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un olor y sabor desagradables.

Temperatura: La temperatura es una variable física que influye notablemente en la calidad de un agua. Afecta a parámetros o características tales como la solubilidad de gases y sales, la cinética de las reacciones químicas y bioquímicas, desplazamientos de los equilibrios químicos, tensión superficial, desarrollo de organismos presentes en el agua. La influencia más interesante va a ser la disminución de la solubilidad del oxígeno al aumentar la temperatura y la aceleración de los procesos de putrefacción.

Turbidez: Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias, la medición en ppm de SiO_2 ha sido muy utilizada pero se aprecian variaciones según la sílice y la técnica empleadas. Otra forma es mediante célula fotoeléctrica, existen numerosos tipos de turbidímetros.

Se elimina por procesos de coagulación, decantación y filtración.

La turbidez de un agua es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. Es un fenómeno óptico que consiste esencialmente en una absorción de luz combinado con un proceso de difusión.

La mayoría de las aguas residuales industriales tienen valores elevados de turbidez.

La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (NTU o UNF9 por medida de la intensidad de la luz dispersada o en mg de SiO_2/l).

Íntimamente unida a la turbidez está parte de la cantidad de materia sólida presente en el agua. Los sólidos totales presentes en un agua se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Sólidos decantables: se deja el agua en reposo durante 2 h en unos conos especiales (conos Inhoff) y se miden los ml/l de sólidos decantables.
- Sólidos en suspensión (SS) o Materia en suspensión (MES): se filtra el agua y se determina la MES retenida en el filtro por diferencia de pesada. Unidades en mg/l.
- Residuo seco a 105°C o Total de sólidos disueltos (TDS): el agua previamente filtrada se evapora en estufa a 105°C durante 4 h, por pesada se determina el total de sólidos disueltos. Unidades en g o mg/l.
- Residuo fijo: se calienta la cápsula, empleada en la determinación anterior, a 525°C , temperatura a la que se considera que se ha volatilizado toda la materia orgánica, por lo que la diferencia entre el residuo fijo y el residuo a 105°C da una idea de la cantidad existente de la misma. Unidades en g o mg/l.

Conductividad y resistividad: La conductividad es una medida de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica entre dos electrodos impolarizables sumergidos en la misma. La conductividad del agua da una buena apreciación de la concentración de los iones de disolución y una conductividad elevada se traduce en una salinidad elevada o en valores anómalos de pH.

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad y la resistividad es la medida recíproca. Son indicativas de la materia ionizable presente en el agua. El agua pura prácticamente no conduce la electricidad; por lo tanto la conductividad que podemos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua. Es por lo tanto un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua, pero deben darse tres condiciones fundamentales para que sea representativa:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realicen a la misma temperatura.
- La composición del agua se mantenga relativamente constante.

El aparato para las mediciones se llama conductímetro, y básicamente lo que hace es medir la resistencia al paso de la corriente entre dos electrodos que se introducen en el agua, y se compara para su calibrado con una solución tampón de ClK a la misma temperatura y 20°C .

La unidad para la resistividad es el Ohm, pero se emplea el MegaOhm por cm, la de la conductividad es el Siemens, pero como es muy grande se suele emplear el micro siemens por cm.

Incluimos una pequeña tabla que nos dará una idea según la medida



Incluimos una pequeña tabla que nos dará una idea según la medida o la composición del agua.

Conductividad	
Temperatura de la muestra 25 °C	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
Agua Ultrapura	0,05
Agua alimentación calderas	1 a 5
Agua Potable	50 a 100
Agua de Mar	53.000
5% de NaOH	223.000
50% NaOH	150.000
10% ClH	700.000
32% de ClH	700.000
31% NO ₃ H	865.000

2. CARACTERES QUIMICOS

PH: El pH de un agua, que indica la reacción ácida y básica de la misma es una propiedad de carácter químico de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática (tiene influencia sobre determinados procesos químicos y biológicos), la naturaleza de las especies iónicas que se encuentran en su seno, el potencial redox del agua, el poder desinfectante del cloro, etc.

Por lo general las aguas naturales tienen un cierto carácter básico, unos valores de pH comprendidos entre 6,5-8,5, los océanos tienen un valor medio de 8.

Anteriormente ya hemos definido el valor pH, como la medida de la concentración de los iones hidrógeno. Nos mide la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8.

Dureza: es debida a la presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones. Afecta tanto a las aguas domésticas como a las industriales y desde el punto de vista de la ósmosis inversa es uno de los principales parámetros que se deben controlar.

Mide la presencia de cationes Ca^{+2} y Mg^{+2} , y en menor cantidad Fe^{+2} y Mn^{+2} y otros alcalinotérreos. En la actualidad se tiende a prescindir del término "dureza" indicándose la cantidad de calcio y magnesio presente en un agua en mg/l, sin embargo se conocen:

- Dureza total: es la suma total de las concentraciones de sales de calcio y magnesio, se mide por volumetría de complejación con EDTA, se expresa numéricamente en forma de carbonato de calcio u óxido de calcio, pueden también utilizarse los grados hidrotimétricos (1° francés= 10 mg de carbonato de calcio/l).
- Dureza temporal: es la que corresponde a la proporcionada por los hidrogenocarbonatos de calcio y magnesio, desaparece por ebullición pues precipitan los carbonatos.
- Dureza permanente: es la que existe después de la ebullición del agua, es la diferencia entre las dos anteriores.

Las aguas con menos de 50 ppm de CO_3Ca se llaman blandas.

Hasta 100 ppm de CO_3Ca , ligeramente duras.

Hasta 200 ppm de CO_3Ca , moderadamente duras.

Y a partir de 200 ppm de CO_3Ca , muy duras.

Lo frecuente es encontrar aguas con menos de 300 ppm de carbonato cálcico, pero pueden llegar hasta 1000 ppm e incluso hasta 2000 ppm.



La eliminación de la dureza se hace, principalmente, por descalcificación o ablandamiento por intercambio iónico con resinas.

Alcalinidad: La alcalinidad es una medida de neutralizar ácidos. Contribuyen, principalmente, a la alcalinidad de una solución acuosa los iones bicarbonato (CO_3H^-), carbonato ($\text{CO}_3=$), y oxidrilo (OH^-), pero también los fosfatos, ácido silícico u otros ácidos de carácter débil. Su presencia en el agua puede producir CO_2 en el vapor de calderas que es muy corrosivo y también puede producir espumas, arrastre de sólidos con el vapor de calderas, etc. Se mide en las mismas unidades que la dureza. Se corrige por descarbonatación con cal, tratamiento ácido o desmineralización por intercambio iónico.

Coloides: Es una medida del material en suspensión en el agua que, por su tamaño alrededor de 10^{-4} ~ 10^{-5} mm, se comportan como una solución verdadera y atraviesa el papel de filtro.

Los coloides pueden ser de origen orgánico (macromoléculas de origen vegetal) o inorgánico (oligoelementos: óxidos de hierro y manganeso).

Se eliminan por floculación y coagulación, precipitación y eliminación de barro. La filtración es insuficiente y se requiere ultrafiltración.

Acidez mineral: La acidez es la capacidad para neutralizar bases. Es bastante raro que las aguas naturales presenten acidez, no así las superficiales. Es responsable de corrosión se mide en las mismas unidades que la alcalinidad y se corrige por neutralización con álcalis.

Sólidos Disueltos: Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales.

Para las aguas potables se fija un valor máximo deseable de 500 ppm, este dato por sí sólo no es suficiente para catalogar la bondad del agua.

El proceso de tratamiento, entre otros, es la ósmosis inversa.

Sólidos en Suspensión: Se suelen separar por filtración y decantación. Son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm, las superficiales pueden tener mucho más dependiendo del origen y forma de captación.

Sólidos Totales: Es la suma de los dos anteriores disueltos y en suspensión.

Residuo Seco: Se llama así al peso de los materiales que quedan después de evaporar un litro del agua en cuestión. Si previamente le hemos hecho una buena filtración corresponderá al peso total de sustancias disueltas, sean volátiles o no. La temperatura a que se hace la evaporación influye en los resultados, por las transformaciones que puede haber y las pérdidas, por ejemplo, de gas carbónico CO_2 .

Cloruros: El ión cloruro Cl^- , forma sales muy solubles, suele asociarse con el ión Na^+ esto lógicamente ocurre en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 250 ppm de cloruros, pero también se encuentran valores muy superiores fácilmente. Las aguas salobres contienen millares de ppm de cloruros, el agua de mar está alrededor de las 20.000 ppm de cloruros.

Sulfatos: El ión sulfato (SO_4^-), corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen entre 2 y 250 ppm y el agua de mar alrededor de 3.000 ppm. Recordemos, como ya hemos dicho, que el agua pura se satura de SO_4Ca a unas 1.500 ppm, lo que ocurre es que la presencia de otras sales de calcio aumenta la solubilidad. En cantidades bajas no perjudica seriamente al agua pero algunos centenares de ppm pueden perjudicar seriamente la resistencia del hormigón.

Nitratos: El ión nitrato (NO_3^-) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno e incluso amoníaco. Las aguas normales contienen menos de 10 ppm, y el agua de mar hasta 1 ppm. Aguas con infiltraciones de zona de riego con contaminación por fertilizantes pueden tener hasta varios centenares de ppm. Concentraciones muy elevadas en agua de bebida puede producir la cianosis infantil. Su presencia junto con fosfatos, en aguas superficiales, provocan la aparición de un excesivo crecimiento de algas es lo que se conoce como eutrofización.



Fosfatos: El ión fosfato (PO_4^{3-}) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye, como ya hemos visto, a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes.

Fluoruros: El ión fluoruro (F^-), corresponde a sales de solubilidad muy limitada, suele encontrarse en cantidades superiores a 1 ppm. Hay quien mantiene que alrededor de dicha concentración puede resultar beneficioso para la dentadura, en nuestra opinión no es aconsejable añadirlo al agua con este objeto, ya que también se almacena en el organismo y no existen estudios a largo plazo de efectos secundarios.

Sílice: La sílice, SiO_2 se encuentra en el agua disuelta como ácido silícico SiO_4H_4 y como materia coloidal; contribuye a provocar algo de alcalinidad en el agua. Las aguas naturales contienen entre 1 y 40 ppm, pudiendo llegar a las 100 ppm.

Bicarbonatos y Carbonatos: Como ya hemos visto anteriormente, existe una estrecha relación entre los iones bicarbonato CO_3H^- , carbonato CO_3^{2-} , el CO_2 gas y el CO_2 disuelto.

El equilibrio, como ya vimos, está muy afectado por el pH; todos estos iones contribuyen, fundamentalmente, a la alcalinidad del agua.

Las aguas dulces suelen contener entre 50 y 350 ppm de ión bicarbonato, y si el pH es inferior a 8,3, no habrá ión bicarbonato. El agua de mar contiene alrededor de 100 ppm de ión bicarbonato.

Otros Componentes Aniónicos: Los sulfuros, S^{2-} , y el ácido sulfhídrico son muy característicos de medios reductores, pero en general las aguas contienen menos de 1 ppm, su principal característica es que el agua tiene muy mal olor. Los compuestos fenólicos afectan a la potabilidad, con olores y gustos especialmente desagradables, sobre todo después de un proceso de cloración. Los detergentes son ligeramente tóxicos y presentan problemas de formación de espumas y consumen el oxígeno del agua. Los ácidos húmicos pueden afectar a procesos de pretratamientos e intercambio iónico.

Sodio: El ión sodio, Na^+ , el primero de los componentes catiónicos que vamos a tratar corresponde a sales de solubilidad muy elevada y muy difíciles de precipitar; suele estar asociado con el ión cloruro Cl^- . El contenido en aguas dulces está entre 1 y 150 ppm, pero se pueden encontrar casos de hasta varios miles de ppm. Las aguas de mar contienen alrededor de 11.000 ppm.

Potasio: El ión potasio, K^+ , también corresponde a sales de muy alta solubilidad y difíciles de precipitar. Las aguas dulces no suelen contener más de 10 ppm. El agua de mar contiene alrededor de 400 ppm. Vemos que son valores mucho menos importantes que los del catión sodio.

Calcio: El ión calcio, Ca^{++} , forma sales generalmente poco solubles, en algunos casos de solubilidad muy moderada pero la mayoría son muy insolubles. Ya hemos visto que precipita fácilmente como carbonato cálcico. Es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm. El agua de mar alrededor de 400 ppm.

Magnesio: El ión magnesio, Mg^{++} , tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, aunque sus sales son un poco más solubles y difíciles de precipitar. El hidróxido de magnesio es, sin embargo, menos soluble. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 ppm. El agua de mar contiene alrededor de 1.300 ppm. Su aparición en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes.

Hierro: Es un catión muy importante desde el punto de vista de contaminación, aparece en dos formas: ión ferroso, Fe^{++} , o más oxidado como ión férrico, Fe^{+++} . La estabilidad y aparición en una forma u otra depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, composición de la solución, etc. Afecta a la potabilidad de las aguas y es un inconveniente en los procesos industriales por provocar incrustaciones.

Por todo lo anterior, las aguas subterráneas sólo contienen el ión ferroso disuelto, que suele aparecer con contenidos entre 0 y 10 ppm, pero al airear el agua se precipita el hidróxido férrico de color pardo-rojizo, y se reduce el contenido a menos de 0,5 ppm. Para que parezcan contenidos de hierro de varias docenas de ppm hacen falta que el medio sea ácido.

Manganeso: El ión manganeso se comporta en la mayoría de los casos muy parecido al ión hierro, además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el MnO_2 que es insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm y requiere un pH ácido.

La forma manganeso Mn^{++} que es la más general por aireación se oxida y precipita con un color negruzco de MnO_2 .



Metales tóxicos: Los más comunes son el arsénico, el cadmio, el plomo, el cromo, el bario y el selenio. Todos deben ser seriamente controlados en el origen de la contaminación.

Gases Disueltos: El dióxido de carbono, CO₂, es un gas relativamente soluble que se hidroliza formando iones bicarbonato y carbonato, en función del pH del agua. Las aguas subterráneas profundas pueden contener hasta 1.500 ppm pero las superficiales se sitúan entre 1 y 30 ppm, un exceso hace que el agua sea corrosiva.

El oxígeno, O₂, por su carácter oxidante juega un papel importante en la solubilización o precipitación de iones que presenta alguna forma insoluble, su presencia en el agua es vital para la vida superior y para la mayoría de los microorganismos.

El ácido sulfhídrico, SH₂, causa un olor a huevos podridos y es corrosivo.

El amoníaco, NH₃, es un indicador de contaminación del agua, y en forma no iónica es tóxico para los peces. Con la cloración produce cloraminas, también tóxicas.

PARAMETROS ORGANICOS Y BIOLOGICOS

Estos parámetros son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes, etc.

Este tipo de contaminación es más difícil de controlar que la química o física y además los tratamientos deben estar regulándose constantemente.

Parámetros Bacteriológicos: Este apartado no es muy propio del estudio sobre ósmosis inversa que estamos realizando, máxime si tenemos en cuenta que además somos fabricantes de ozonizadores para desinfección y en nuestra información de ese producto desarrollamos mucho mejor estos parámetros.

De todo el mundo es conocido que el "gran enemigo" es la bacteria *Escherichia coli* y el grupo de los coliformes en su conjunto.

Generalmente se emplea un grupo de bacterias como indicadores de contaminación, esto es una práctica generalizada en todo el mundo, se supone que la NO presencia de estas bacterias hace que el agua sea potable bacteriológicamente hablando. Son:

- *Escherichia coli*
- *Streptococos fecales*
- *Clostridios* (anaerobios y formadores de esporas).

La medición se hace empleando técnicas estadísticas "número más probable" (índice NMP) en 100 ml de agua.

Las aguas con un NMP inferior a 1 son satisfactoriamente potables.

Toxicidad: El término toxicidad se refiere al daño que puede producir en los seres vivos la presencia de determinados contaminantes en un agua, en concentraciones que den positivos los denominados test de toxicidad.

La toxicidad de un vertido puede manifestarse de forma directa, en función de la dosis de especies tóxicas y su tiempo de acción, o de forma indirecta como resultado de la acumulación en los seres vivos (bioacumulación). La evaluación de este parámetro se puede realizar por medida de la mortalidad de diferentes especies, en la actualidad destacan el método sobre microcrustáceos- ensayo de *Dafnias*- o de bacterias fotoluminiscentes, expresándose en EQUITOX o EC₅₀. Otros resultados de toxicidad se refieren al carácter cancerígeno, mutagénico o teratogénico de los contaminantes.

Una posible clasificación de los posibles tóxicos presentes en aguas residuales es:

Materia orgánica: DBO y DQO.

En cuanto a la influencia en los parámetros de calidad de un agua y a las posibilidades de tratamiento de las aguas residuales, podemos hacer una subdivisión de la materia orgánica de los vertidos en biodegradable y no biodegradable.

La contaminación por materia orgánica tiene en general tres orígenes: doméstico urbano, agrícola e industrial.

Parámetros medidores de materia orgánica:

Reciben la denominación de parámetros sustitutos, pues abarcan muchos compuestos, son medidas globales



de la materia orgánica. Los más importantes se basan en la cantidad de oxígeno necesario para descomponer u oxidar los productos orgánicos.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en 5 días (unas 3/4 partes de la DBO total): es el parámetro que se maneja para tener una medida de la materia orgánica biodegradable. Se define como la cantidad de oxígeno necesaria para la descomposición biológica aeróbica de la materia orgánica biodegradable de un agua. Se calcula midiendo la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar una muestra durante 5 días a 20°C. La reacción se lleva a cabo en la oscuridad, para evitar la producción de oxígeno por las algas, a dilución adecuada, y manteniendo el pH entre 7-7,5. Las aguas industriales deben sembrarse con microorganismos. En estas condiciones de reacción en 5 días se degrada un 60-70% de la materia orgánica carbonada, la nitrificación del amoníaco producido por las proteínas comienza entre los 6 y 10 días.

Unos valores elevados de DBO_5 indican una alta concentración de materia orgánica biodegradables:

Aguas muy puras $DBO_5 < 3$ ppm O_2

Pureza intermedia DBO_5 3-5 ppm O_2

Agua contaminada $DBO_5 > 8$ ppm O_2

Residuales urbanas DBO_5 100-400 ppm O_2

Industria alimentaria o semejante DBO_5 hasta 10000 ppm O_2

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO): Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios, se suele referir al consumo en 5 días (DBO_5), también suele emplearse, pero menos el (DBO_{21}) de 21 días. Se mide en ppm de O_2 que se consume.

Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm, un contenido superior es sinónimo de contaminación por infiltración freática. En las aguas superficiales es muy variable y dependerá de las fuentes contaminantes aguas arriba. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm. En las aguas industriales puede alcanzar varios miles de ppm, como por ejemplo: fabricación de aceites, alcoholes, industria de la alimentación, etc.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): se expresa como la cantidad de oxígeno equivalente necesaria para la oxidación química de la materia orgánica oxidable de un agua. Sus unidades, por lo tanto, son las mismas que la DBO, es decir, mg O_2/l . Entre las ventajas sobre la medida de DBO, cabe destacar el tiempo considerablemente inferior del análisis (3 h).

Mide la cantidad de materia orgánica total susceptible de oxidación química (bio y no biodegradable). En esta medida se sustituyen los microorganismos por un poderoso agente químico como el dicromato o el permanganato de potasio en medio ácido.

Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato, permanganato, etc., por el total de materias oxidables orgánicas e inorgánicas. Es un parámetro más rápido que el anterior ya que es de medición casi inmediata, la unidad de medida son ppm de O_2 .

Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm.

Hay un índice que nos indicará el tipo de vertido, aguas arriba que tenemos en el agua que estamos analizando y es la relación (DBO / DQO) si es menor de 0,2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0,6 se interpretará que aguas arriba tenemos un vertido orgánico.

Carbono orgánico total (COT): El COT es una medida del contenido de materia orgánica del agua. Es especialmente utilizable en pequeñas concentraciones. En presencia de un catalizador, el carbono orgánico se oxida a CO_2 ; últimamente se está popularizando por la rapidez en la realización del análisis. Consiste en medir la cantidad de dióxido de carbono producido por calcinación de una micro-muestra. Según que el agua haya sido filtrada previamente o no, se obtendrá el carbono disuelto o el carbono total. La medida de COT está menos sujeta a interferencias que la medida de la DQO, particularmente en presencia de materia nitrogenadas, siendo además una técnica más rápida y reproducible. Se mide en mg C/l.



Metales: La presencia de metales en las aguas puede provenir de sustancias en disolución, en cantidades traza, o como partículas en suspensión, que pueden acabar sedimentándose y acumulándose en los lechos de los ríos.

La persistencia en el ambiente de los metales ocasiona una problemática especial. A diferencia de los contaminantes orgánicos, los metales no pueden degradarse ni biológicamente ni químicamente en la naturaleza. Los compuestos que contienen metales pueden alterarse, pero los metales indeseables aún permanecen. En algunos casos tales reacciones desembocan en formas más tóxicas del metal. La estabilidad de los metales permite también que sean transportados a distancias considerables, tanto por el aire como por el agua.

Otras sustancias tóxicas de carácter inorgánico: Los elementos y especies no metálicos considerados como tóxicos, aunque la repercusión de algunos de ellos todavía no está probada englobarían a As, Se, Sb, CN⁻,...

- CN⁻: son especialmente tóxicos a pH bajos (originan desprendimiento de HCN). Actúan impidiendo las reacciones de oxidación del fósforo, que es la que permite la respiración celular. Además algunos compuestos cianurados que se forman por reacción con determinados metales pesados, pueden ser incluso sustancias más tóxicas que los contaminantes de partida.

- Se: es un nutriente esencial (por su semejanza al S) y desintoxicante de ciertos metales pesados, como el Cd. En dosis excesivas es perjudicial (síntomas parecidos al As). Se encuentra preferentemente en algunas aguas subterráneas que son tóxicas.

- As: todos los compuestos solubles son venenosos. Es muy utilizado en pesticidas (arsenitos como herbicidas, arseniatos como insecticidas). El más peligroso para el hombre es el As inorgánico y más la forma As³⁺.

Radiactividad: Todas las aguas naturales presentan una determinada radiactividad natural, como consecuencia de la presencia de isótopos radiactivos naturales de los elementos, en especial del ⁴⁰K y ⁸⁷Rb. Actualmente y como consecuencia de las actividades nucleares de origen industrial (civil o militar) y farmacológico, hay un incremento de la radiactividad de las aguas que puede llegar a ser muy perjudicial. Entre los isótopos más frecuentes debe señalarse la existencia de ²²⁶Ra, ²³⁰Th, ⁹⁰Sr,...

No se efectúa la medida de cada uno de los isótopos radiactivos, sino que se determina la radiación a global y la radiación b global, midiéndola en Bq/l.

CARACTERES MICROBIOLÓGICOS.

Los microorganismos más importantes que podemos encontrar en las aguas son: bacterias, virus, hongos, protozoos y distintos tipos de algas (por ej. Las azul verdosas). La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales, ya que los agentes patógenos –bacterias y virus- se encuentran en las heces, orina y sangre, y son de origen de muchas enfermedades y epidemias (fiebres tifoideas, disentería, cólera, polio, hepatitis infecciosa,...). Desde el punto de vista histórico, la prevención de las enfermedades originadas por las aguas constituyó la razón fundamental del control de la contaminación.

Compuestos tóxicos más abundantes:

1. Carácter inorgánico:
 - Metales pesados
 - Compuestos de As, Se, Be, CN⁻, Sb;....
2. Microcontaminantes orgánicos:
 - Fenoles
 - Pesticidas
 - PCBs
 - HAPs
3. Elementos radiactivos
4. Microorganismos patógenos:



- Bacterias (Salmonella, Shigella,...)
- Virus (Enterovirus,...)
- Protozoos (Amebas,...)
- Hongos (Aspergillus,...)

4. ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO

Son aquellas enfermedades que se transmiten a través de aguas contaminadas o bien las que se generan por falta de higiene asociada a la falta de agua se las denomina enfermedades de origen hídrico. Para erradicarlas solo se requiere de agua en cantidad y calidad adecuada.

“La enfermedad de transmisión hídrica más frecuente es la diarrea, que a nivel mundial es responsable del 4% de las muertes.

Agua Potable: Significa que debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Debe ser estéticamente aceptable y, por lo tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos en cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud. Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.

Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas que cita el Art. 982 CAA.

Principales enfermedades de origen hídrico y sus agentes responsables

<u>Enfermedad</u>	<u>Agente</u>
Origen bacteriano	
Fiebres tifoideas y paratifoideas	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella</i> <i>Paratyphi A y B</i>
Disentería bacilar	<i>Shigella</i>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Gastroenteritis agudas y diarreas	<i>Escherichia coli</i> ET <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Campylobacter coli</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella</i> sp <i>Shigella</i> sp
Origen viral	
Hepatitis A y E	Virus de la hepatitis A y E
Poliomielitis	Virus de la polio



Gastroenteritis agudas y diarreas	Virus Nortwalk Rotavirus Astrovirus Calicivirus Enterovirus Adenovirus Reovirus
Origen parasitario	
Disentería amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Cristosporidium</i>

El agua contiene bacterias cuyas necesidades nutritivas y de temperatura óptima de desarrollo son variables.

Las medidas de prevención para enfermedades debidas a contaminantes biológicos, en general, pueden ser reducidas mediante la correcta limpieza, la evacuación apropiada de deyecciones humanas y el correcto tratamiento y desinfección de las aguas de consumo, el aseo personal, la adecuada limpieza de utensilios de cocina, frutas y verduras.

5.USOS DOMESTICOS DEL AGUA POTABLE

La producción de agua potable tiene un costo de generación distinto según el tratamiento en cada localidad, de todos modos es un recurso limitado y vital para la salud que no debe ser derrochado.

Con la siguiente tabla podemos saber aproximadamente los consumos diarios de una familia .

El 80 % de la población compra agua envasada aun en las zonas de bajos recursos económicos.

El 50 % consume un grupo familiar tipo entre 10 y más de 30 litros semanales. Consumo promedio 25 litros semanales o 100 litros mensuales (5 bidones x 20 litros, sin considerar periodo estival o familia numerosa.)

A los gastos de compra de agua envasada hay que sumarle el aumento del consumo de energía eléctrica por el uso de bombeadores.

A lo que debemos sumar los gastos comunitarios en salud por la presencia de enfermedades de origen hídrico, químicas (arsénico) o bacteriológicas (napas contaminadas).

La conexión de agua potable revaloriza su propiedad.

2000 litros de agua potable por mes son suficientes para la bebida, cocción de alimentos e higiene de nuestra familia.

Consumos promedios en vivienda tipo

- Con 2000 lts mensuales (2 m3): canilla única para bebida, cocción de alimentos y lavado de vajilla.
- Con 17000 lts mensuales (17 m3): uso integral exceptuando riego o higiene de grande superficies hogareñas.
- Con 7000 litros mensuales (7 m3): conexión alternativa a termo tanque o calefón para circuito de agua caliente, bebida, cocción de alimentos, lavado de vajilla e higiene personal.

6.PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA POTABLE DE VENADO TUERTO

6.1.VISTA PLANTA AGUA POTABLE



6.2.PLANTA AGUA POTABLE - SITUACION ACTUAL AÑO 2009

La Cooperativa de Obras Sanitarias se encuentra ubicada en calle 28 y Avenida Laprida.,contando con una superficie de 39100 m².

Actualmente cuenta con un total de 5817 conexiones, constituyendo una población servida de 18754 habitantes.

Para la extracción de agua para su consecuente potabilización se trabaja con 13 perforaciones 5 dentro del predio que llegan al sistema individualmente y las 8 restantes por acueducto de captación.

Cuenta con 2 equipos de Osmosis Inversa uno Deglemon Aleman con una producción de 30000 lts/h y el otro marca GAT de 70000 lts/h. Considerando el mantenimiento del mismo o sea mediante sus membranas debemos considerar la presencia de anticrustantes (NALCO).

Antes de la entrada al equipo para su proceso se realiza un prefiltrado primero de 10 MC y luego de 5 MC en 2 etapas.

La salida de agua potable es de 1200 m³/día pudiendo alcanzar un valor de 2400 m³ el día de máximo consumo.

Previo salida se produce un agregado de agua de pozo considerando un 7.5 % aproximadamente. Los niveles de cloración están alrededor de 0.5 a 0.8 mg/l. En la cisterna de almacenamiento de agua producto se le da una cloración mínima y se completa a la salida con una cloración definitiva, la capacidad es de 1500 m³.

Las cisternas de almacenamiento son 2 la primera con una capacidad de 120 m³ (reserva de agua cruda) y la última recientemente construida con 1500 m³ de volumen de almacenamiento.

La cámara de bombeo tiene una capacidad de 400 m³.

La presión de trabajo del equipo es de 10.5 kg, considerando una presión de salida de 1.5 kg, en su recorrido por la ciudad se establece 0.8 kg.

Considerando el proceso de Osmosis Inversa obtenemos el rechazo correspondiente que es de alrededor del 33 %, obteniendo un 66 % de permeado.

Se establecen horarios de producción por lo que la planta no está en continuo trabajo de producción. Se trabaja al máximo de producción durante las 23 y 06, debido al bajo costo de energía en ese intervalo de



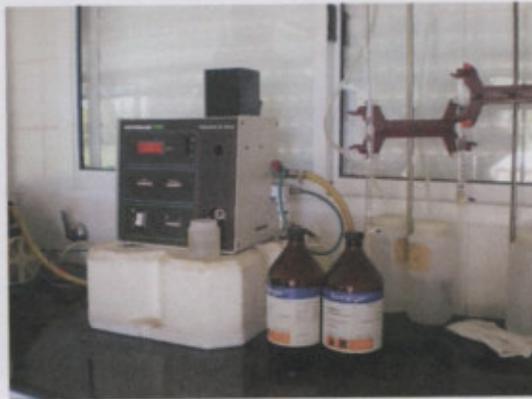
tiempo, de 06 a 18 hs se produce lo necesario y de 18 a 23 hs se detiene totalmente la producción, relacionado también con el alto costo de la energía en esas horas.

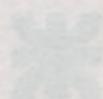
La cooperativa cuenta con su laboratorio propio para el eficiente control de agua cruda, permeado y de rechazo para cumplir con los estándares establecidos-

6.3. FOTOS COOPERATIVA DE OBRAS SANITARIAS PLANTA AGUA POTABLE









CAPITULO 3

MODELO DE DEMANDA

3.1. POBLACION TOTAL

Población total: $P_{2010} = P_{2009} \times (1 + la)^{21}$

la = Tasa de crecimiento poblacional Censo 2009

$la = 1.92 (0.0192)$

$P_{2009} = 79.173 \text{ hab}$

$$P_{2010} = 79173 \times (1 + 0.0192)^{21} = 118.040 \text{ hab}$$

3.2. HABITANTES POR VIVIENDA

Número de habitantes censales por vivienda (fuente plan general de Paraná Tierra) = 3.4

3.3. COBERTURA AGUA POTABLE

Número de habitantes censales por red de Agua Potable (n° de inmuebles frente a la red habilitada $\times n^{\circ}$ de habitantes por vivienda) = n° población total

$$\text{Cobertura A.P.} = 32638 \text{ hab. (70\%)}$$

3.4. POBLACION SERVIDA CON AGUA POTABLE

Es el número de inmuebles censales reales \times el n° de habitantes por vivienda

$$\text{Pob. Serv. A.P.} = 82673 \text{ hab}$$

3.5. UNIDADES DE CONSUMO

Es el número de habitantes de la ciudad / número de habitantes por vivienda

$$\text{Unid de consumo} = (118040 / 3.4) = 34718$$

3.6. CONEXIONES

Número de inmuebles reales conectados a la red

$$\text{Conexiones} = 24303 \text{ con}$$

3.7. RELACION UNIDADES DE CONSUMO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS

Es el número de unidades de consumo / número de inmuebles conectados a la red

$$\text{Relación} = 34718 / 24303 = 1.43$$

3.8. DOTACION MEDIA DE CONSUMO

(Cantidad de litros medio mensuales (número de días del mes) \times habitantes \times (0.207 m³/hab.))

$$\text{Dotación media de consumo} = 0.170 \text{ m}^3 = 1701 / 10.000$$

3.9. DOTACION MEDIA DIARIA DE PRODUCCION

Cantidad de litros que la planta produce por habitante y por día

$$\text{Dotación media diaria de producción} = 0.170 \text{ m}^3/\text{d} \times 1.3 = 0.221 \text{ m}^3/\text{d}$$

3.10. DOTACION MAXIMA DIARIA DE PRODUCCION

Es la cantidad de litros que la planta puede producir por habitante de

$$(25\% + \text{de } 0.221) = 0.276 \text{ m}^3/\text{d}$$

CAPITULO 3 MODELO DE DEMANDA



CAPITULO 3

MODELO DE DEMANDA

3.1. POBLACION TOTAL

Población total: $P_{2030} = P_{2009} \times (1 + I_n)^{21}$

I_n = Tasa de crecimiento poblacional Censo 2009

$I_n = 1.92 (0.0192)$

$P_{2009} = 79.174 \text{ hab}$

$$P_{2030} = 79174 \times (1 + 0.0192)^{21} = 118.040 \text{ hab}$$

3.2. HABITANTES POR VIVIENDA

Numero de habitantes actuales por vivienda (fuente plan general de Venado Tuerto) = 3.4

3.3. COBERTURA AGUA POTABLE

Numero de habitantes abastecidos por red de Agua Potable (n° de inmuebles frente a la red habilitada x n° de habitantes por vivienda) / n° población total.

$$\text{Cobertura A.P.} = 82628 \text{ hab. (70\%)}$$

3.4. POBLACION SERVIDA CON AGUA POTABLE

Es el numero de inmuebles conectados reales x el n° de habitantes por vivienda.

$$\text{Pob. Serv. A.P.} = 82628 \text{ hab}$$

3.5. UNIDADES DE CONSUMO

Es el numero de habitantes de la ciudad / numero de habitantes por vivienda.

$$\text{Unid de consumo} = (118040 / 3.4) = 34718$$

3.6. CONEXIONES

Numero de inmuebles reales conectados a la red

$$\text{Conexiones} = 24303 \text{ con}$$

3.7. RELACION UNIDADES DE CONSUMO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS

Es el numero de unidades de consumo / numero de inmuebles conectados a la red

$$\text{Relación} = 34718 / 24303 = 1.43$$

3.8. DOTACION MEDIA DE CONSUMO

(Cantidad de litros micro medidos mensuales (numero de días del mes) x habitantes con servicio)

$$\text{Dotación media de consumo} = 0.170 \text{ m}^3 = 170 \text{ l / h día}$$

3.9. DOTACION MEDIA DIARIA DE PRODUCCION

Cantidad de litros que la planta produce por habitante y por día.

$$\text{Dotación media diaria de producción} = 0.170 \text{ m}^3/\text{hd} \times 1.3 = 0.221 \text{ m}^3/\text{hd}$$

3.10. DOTACION MAXIMA DIARIA DE PRODUCCION

Es la cantidad de litros que la planta puede producir por habitante servido y por día.

$$(25\% + \text{de } 0.221) = 0.276 \text{ m}^3/\text{hd}$$



3.11. CONSUMO MEDIO DOMICILIARIO DE AGUA = CONSUMO MEDIO TOTAL DE AGUA
Corresponde a la cantidad en m³ micro medidos / n° de conexiones reales de Agua Población.

Consumo medio domiciliario de agua = 17 m³/conex.mens (adoptado)

3.12. PORCENTAJE DE AGUA NO CONTABILIZADA

Corresponde a la (dotación media de producción - dotación media de consumo) / dotación media de producción

Agua no contabilizada = 20 % (adoptado según ENOSA)

3.13. DEMANDA MEDIA DIARIA DE AGUA

Es la producción de agua potable en el día en m³

Dem. media diaria de producción = 0.170 m³/hd x 82628 hab = 14047 m³ +20 % ANC =
Dmdp = 16856 m³

3.14. COEFICIENTE DE PICO ESTACIONAL

Cantidad de m³ producidos en verano por cantidad de m³ producidos en invierno = 1.3

3.15. COEFICIENTE DE PICO HORARIO

Caudal máximo producido de Agua Potable por hora / caudal medio producido de Agua Potable por hora =
1.6

3.16. DEMANDA MAXIMA DIARIA DE PRODUCCION DE AGUA

Cantidad en m³ de producción de Agua Potable del día de máximo consumo.

16856 m³ x 1.3 = 21913 m³

3.17. DEMANDA MAXIMA HORARIA DE PRODUCCION DE AGUA

Cantidad máxima horaria en m³ de producción de Agua Potable del día de máximo consumo, en m³/h.

21913 m³ / 24 h = 913 m³/h

Debemos considerar para el diseño de bombas el coeficiente de pico horario que tomaremos 1.6, por lo tanto la demanda máxima será de $913 \times 1.6 = 1461 \text{ m}^3/\text{h}$.



CAPITULO 4

BALANCE DE MASAS

4.1. POBLACION TOTAL SERVIDA EN EL AÑO n

$$P_{2010} = 79174 \times (1 - 0,0192121)^n \quad (1)$$

4.2. DOTACION DE CONSUMO MEDIA ANUAL EFECTIVA

Tomamos según relevamiento del INEPOSA 170 l/hab/día, esto será el consumo por habitante sin considerar grandes consumidores.

$$D_e \text{ (l/hab/día)} = V_{\text{consumo}} / 365 \times P_n$$

$$D_e \text{ (l/hab/día)} = 170 \text{ l/hab/día}$$

Donde:

D_e : Dotación de consumo media anual efectiva en el año n

V_{consumo} : Volumen total consumido por usuarios domésticos o residenciales durante el año n

P_n : Población total servida en el año n

4.3. DOTACION DE CONSUMO MEDIA ANUAL APARENTE

Corresponde al consumo por habitante y considerando además un pequeño porcentaje que se suma a este por el valor a tomar como cálculo.

$$D_a \text{ (l/hab/día)} = V_{\text{consumo}} / 365 \times P_n$$

$$D_a \text{ (l/hab/día)} = 200 \text{ l/hab/día}$$

Donde:

D_a : Dotación de consumo media anual aparente en el año n

V_{consumo} : Volumen medio diario total de agua potable en el año n

P_n : Población servida con agua potable al año n

Este valor surge de la comparativa con Rafaela, ciudad de la provincia de Santa Fe, con una cantidad de habitantes similar a la ciudad de Paraná.

4.4. CAUDALES DE DISEÑO

Se tomará como caudal de diseño medio anual el caudal accionario para abastecer la demanda residencial por considerando también grandes consumidores, tomamos 200 l/hab/día.

(Q_{da}) : Caudal diario medio anual de consumo de agua potable para el año n

A continuación se realiza el cálculo para el proyecto (año 201)

Para el año 201 del proyecto (año 2022), considerando el 75 % de la población 2010 aproximadamente.

$$Q_{da} = D_{da} \times P_{da} / 365 \text{ (1)}$$

CAPITULO 4 BALANCE DE MASAS



CAPITULO 4

BALANCE DE MASAS

4.1. POBLACION TOTAL SERVIDA EN EL AÑO n

$$P_{2030} = 79174 \times (1 + 0.0192)^{21} = 118.040 \text{ hab}$$

4.2. DOTACION DE CONSUMO MEDIA ANUAL EFECTIVA

Tomaremos según recomendaciones del ENHOSA 170 l/hab*día, este sería el consumo por habitante sin contabilizar grandes consumidores.

$$D_n \text{ (lts/hab/día)} = V_{\text{cresn}} / 365 * P_{\text{sn}}$$

$$D_n \text{ (lts/hab/día)} = 170 \text{ lt/hab*día}$$

Donde:

D_n : Dotación de consumo media anual efectiva en el año n

V_{cresn} : Volumen total consumido por usuarios domésticos o residenciales durante el año n

P_{sn} : Población total servida en el año n

4.3. DOTACION DE CONSUMO MEDIA ANUAL APARENTE

Corresponde al consumo por habitante y considerando además un pequeño porcentaje que sumado a este nos da el valor a tomar como calculo.

$$D_{a_n} \text{ (lts/hab/día)} = V_{\text{Cn}} / 365 * P_{\text{sn}}$$

$$D_{a_n} \text{ (lts/hab/día)} = 200 \text{ lt/hab*día}$$

Donde:

D_n : Dotación de consumo media anual efectiva en el año n

V_{Cn} : Volumen medio diario total de agua potable en el año n

P_{sn} : Población servida con agua potable al año n

Este valor surge de la comparativa con Rafaela, ciudad de la provincia de Santa Fe, con una cantidad de habitantes similar a la ciudad de Venado Tuerto.

4.4. CAUDALES DE DISEÑO

Se tomará como caudal de diseño medio anual al caudal necesario para abastecer la demanda residencial pero considerando también grandes consumidores, tomaremos 200 lt/hab*día.

(Q_{Cn}) : Caudal diario medio anual de consumo de agua potable para el año n

A continuación se realiza el cálculo para el proyecto (año 20):

Para el año 20 del proyecto (año 2030): considerando el 70 % de la población servida de la localidad aproximadamente.

$$Q_{\text{C20}} = D_{\text{maa}} * P_{20} / 86400 \text{ s}$$



$$Q_{C20} = 200 \text{ l/h/d} * 82628 \text{ h/86400 s} = 191.27 \text{ l/s}$$

$$Q_{C20} = 191.27 \text{ l/s}$$

Si consideramos un 20 % de ANC (Agua No Contabilizada) el $Q_{C20} = Q_{Prod} = 191.27 \text{ l/s} * 1.2 = 229.53 \text{ l/s}$.

Teniendo en cuenta los coeficientes de caudal según tabla 5 de Criterios Básicos – Cap 2 de normas del ENOHSa, tomamos los valores correspondientes según población de la localidad en cuestión para calcular el resto de los caudales de diseño:

Población servida	a ₁	a ₂	a	b ₁	b ₂	b
500 h < P _s < 3000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3000 h < P _s < 15000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15000 h < P _s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

4.5. DEFINICIONES DE COEFICIENTES DE CAUDAL

a _{1n}	Coficiente máximo diario del año n	$a_{1n} = Q_{Dn}/Q_{Cn}$
a _{2n}	Coficiente máximo horario del año n	$a_{2n} = Q_{En}/Q_{Dn}$
a _n	Coficiente total máximo horario del año n	$a = Q_{En}/Q_{Cn}$
b _{1n}	Coficiente mínimo diario del año n	$b_{1n} = Q_{Bn}/Q_{Cn}$
b _{2n}	Coficiente mínimo horario del año n	$b_{2n} = Q_{An}/Q_{Bn}$
b _n	Coficiente total mínimo horario del año n	$b_n = Q_{An}/Q_{Cn}$

$$a_{120} = Q_{D20}/Q_{C20}$$

$$a_{220} = Q_{E20}/Q_{D20}$$

$$a_{20} = Q_{E20}/Q_{C20}$$

$$b_{120} = Q_{B20}/Q_{C20}$$

$$b_{220} = Q_{A20}/Q_{B20}$$

$$b_{20} = Q_{A20}/Q_{C20}$$

$$Q_{D20} = a_{120} * Q_{C20} = 298.39 \text{ l/s}$$

$$Q_{E10} = a_{220} * Q_{D20} = 447.59 \text{ l/s}$$

$$a_{20} = Q_{E20}/Q_{C20} = 1.95$$

$$Q_{B20} = b_{120} * Q_{C20} = 160.67 \text{ l/s}$$

$$Q_{A20} = b_{220} * Q_{B20} = 96.4 \text{ l/s}$$

$$b_{20} = Q_{A20}/Q_{C20} = 0,41$$



4.6. RESUMEN DE CAUDALES PARA EL AÑO 2030

Caudal Diario Mínimo: $Q_B = 160.67 \text{ l/s}$

Caudal Diario Medio: $Q_C = 229.53 \text{ l/s}$

Caudal Diario Máximo: $Q_D = 298.39 \text{ l/s}$

Caudal Horario Mínimo: $Q_A = 96.4 \text{ l/s}$

Caudal Horario Máximo: $Q_E = 447.59 \text{ l/s}$

	Valor	Denominación	Definición
Q_{A10}	96.4 l/s	Caudal mínimo horario del año n.	Menor caudal instantáneo del día de menor consumo de agua potable de ese año
Q_{B10}	160.67 l/s	Caudal medio mínimo diario del año n.	Caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n
Q_{C10}	229.53 l/s	Caudal medio diario del año n.	Cantidad de agua promedio consumida en el año n por cada habitante servido
Q_{D10}	298.39 l/s	Caudal medio máximo diario del año n.	Caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n



Q_{E10}	447.59 l/s	Caudal máximo horario del año n.	Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo (Q_{Dn}) del año n. Caudal horario máximo absoluto del año
-----------	------------	----------------------------------	--

4.7. CAUDALES DE DISEÑO

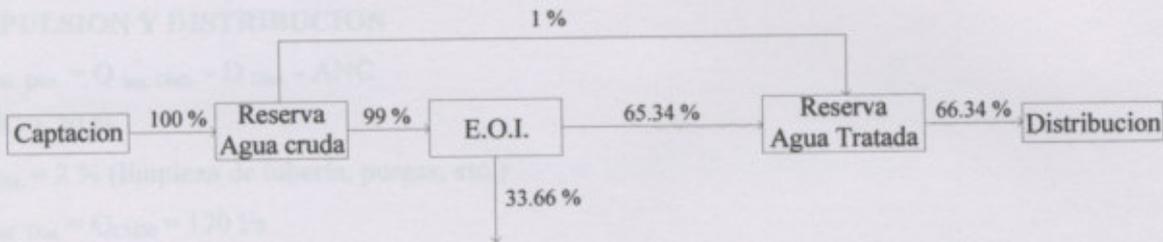
Las distintas etapas de las que se compone el sistema de agua potable del presente proyecto son:

- 1- Captación
- 2- Reserva de agua no tratada
- 3- Tratamiento por Osmosis Inversa y mezcla
- 4- Reserva de agua tratada
- 5- Impulsión y distribución

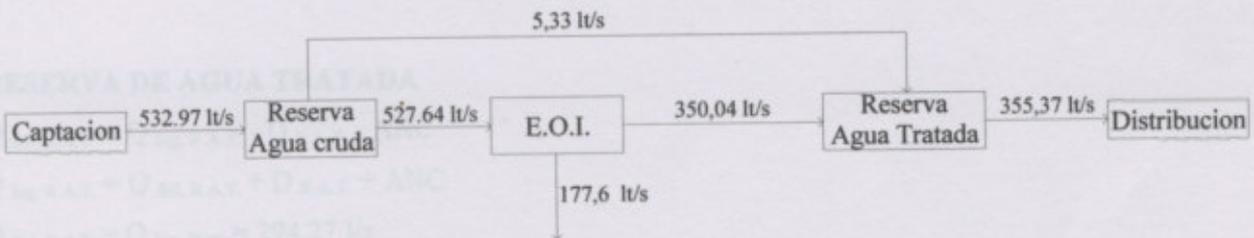
El agua es captada de fuente subterránea mediante bombas sumergibles e impulsada hacia la reserva de agua no tratada. En esta operación no hay consumo de agua por parte del proceso ($D_{iCap} = 0$) y se considerará un 0,5 % de ANC por fallas técnicas, considerando eventuales roturas o infiltraciones en la tubería de transporte hasta la reserva de agua cruda. Al agua depositada en la reserva de agua cruda para abastecer la planta de tratamiento de osmosis inversa se le considerará una tasa del 0,5 % de ANC, para prevenir posibles pérdidas por desborde de cisterna, limpieza, y micro filtraciones. En esta etapa el proceso no consume agua, por lo tanto el $D_{iRAC} = 0$. En la etapa de tratamiento y mezcla el proceso consume un 33.66 %; este valor resulta del siguiente balance: por cada 100 que ingresan al tratamiento, 1 pasa directamente a la cisterna de reserva de agua tratada, 99 son tratados en el equipo de osmosis inversa. De estos 99, el 34 % es decir 33.66 son consumidos por el proceso (rechazo E.O.I.), y el 66 % restante, es decir 65.34, se descargan en la reserva de agua tratada, que junto con el 1 aportado sin tratamiento, conforman el agua producto. En resumen el $D_{iTrai} = 33.66$ %, además se considera una tasa de ANC del 2% utilizada para retrolavado y desincrustado del E.O.I.. Se tomará como caudal de producción al caudal característico basado en las dotaciones de consumo incluyendo residenciales, no residenciales, grandes usuarios más agua no contabilizada (ANC). Considerando que el sistema a implementar es nuevo, a construir se estimarán un tasa de ANC máxima del 20%.



4.8. ESQUEMA DE PRODUCCION PORCENTUAL



4.9. ESQUEMA DE PRODUCCION DE ACUERDO AL PROYECTO



Si analizamos este proceso de producción observamos que necesito por segundo un caudal de entrada de 532.97 lt/s para obtener en la salida un total de 355.37 lt/s.

4.10. CAUDALES DE DISEÑO DE PRODUCCION PARA EL AÑO 20 DEL PROYECTO (año 2030)

$$Q_{\text{prod}} = Q_{\text{Cn20}} + D_{\text{ANC}}$$

Donde:

D_{ANC} = agua no contabilizada

$$Q_{\text{prod}} = Q_c / (1 - j_{\text{ANC}})$$

Q_{C10} = caudal característico basado en las dotaciones de consumo, incluye consumos residenciales, no residenciales, y grandes usuarios

$$j_{\text{ANC}} = \text{Fracción del agua producida no contabilizada} = D_{\text{ANC}} / Q_{\text{prod}}$$

En este caso quedaría de la siguiente forma:

$$Q_{\text{prod}} = Q_{\text{Cn20}} + D_{\text{ANC}}$$

Donde:

$$Q_{\text{CN20}} = 229.53 \text{ l/s}$$

$$D_{\text{ANC}} = 20 \%$$

$$Q_{\text{Prod}} = Q_{\text{Cn20}} / (1 - 0,20)$$



$$Q_{\text{Prod.}} = 286,91$$

4.11. CALCULOS POR ETAPAS

IMPULSION Y DISTRIBUCION

$$Q_{\text{Sal. Dist.}} = Q_{\text{Ing. Distr.}} - D_{\text{Dist.}} - \text{ANC}$$

$$\text{ANC} = 20 \%$$

$$D_{\text{Dist.}} = 2 \% \text{ (limpieza de tubería, purgas, etc.)}$$

$$Q_{\text{Sal. Dist.}} = Q_{\text{CN20}} = 170 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{Ing. Dist.}} = 229.53 \text{ l/s} / (1-0,22)$$

$$Q_{\text{Ing. Dist.}} = 294.27 \text{ l/s}$$

Para determinar el caudal de producción no se considerará el 2 % para la limpieza y purga de tubería, debido a que este consumo se limita a la etapa inicial de puesta en marcha del sistema.

RESERVA DE AGUA TRATADA

$$Q_{\text{Sal. R.A.T.}} = Q_{\text{Ing. R.A.T.}} - D_{\text{R.A.T.}} - \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Ing. R.A.T.}} = Q_{\text{Sal. R.A.T.}} + D_{\text{R.A.T.}} + \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Sal. R.A.T.}} = Q_{\text{Ing. Dist.}} = 294.27 \text{ l/s}$$

$$\text{ANC} = 0,5 \% \text{ (limpieza de cisterna, desborde, infiltración microscópica, etc.)}$$

$$D_{\text{Dist.}} = 0$$

$$Q_{\text{Ing. R.A.T.}} = 294.27 \text{ l/s} / (1-0,05) = 309.77 \text{ l/s}$$

TRATAMIENTO POR OSMOSIS INVERSA Y MEZCLA

$$Q_{\text{Sal. Trat.}} = Q_{\text{Ing. Trat.}} - D_{\text{Trat.}} - \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Ing. Trat.}} = Q_{\text{Sal. Trat.}} + D_{\text{R.A.T.}} + \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Sal. Trat.}} = Q_{\text{Ing. R.A.T.}} = 309.77 \text{ l/s}$$

$$\text{ANC} = 2 \% \text{ (limpieza de cisterna, desborde, infiltración microscópica, etc.)}$$

$$D_{\text{Trat.}} = 33.66,2 \%$$

$$Q_{\text{Ing. Trat.}} = 309.77 \text{ l/s} / (1 - (0,02 + 0,336)) = 481 \text{ l/s}$$

RESERVA DE AGUA NO TRATADA

$$Q_{\text{Sal. R.A.N.T.}} = Q_{\text{Ing. R.A.N.T.}} - D_{\text{R.A.N.T.}} - \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Ing. R.A.N.T.}} = Q_{\text{Sal. R.A.N.T.}} + D_{\text{R.A.N.T.}} + \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Sal. R.A.N.T.}} = Q_{\text{Ing. Trat.}} = 481 \text{ l/s}$$

$$\text{ANC} = 0,5 \% \text{ (limpieza de cisterna, desborde, infiltración microscópica, etc.)}$$

$$D_{\text{Dist.}} = 0$$



$$Q_{\text{Ing. R.A.N.T.}} = 481 \text{ l/s} / (1 - 0,05) = 506.32 \text{ l/s}$$

CAPTACION

$$Q_{\text{Sal. Cap.}} = Q_{\text{Ing. Cap.}} - D_{\text{Cap.}} - \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Ing. Cap.}} = Q_{\text{Sal. Cap.}} + D_{\text{Cap.}} + \text{ANC}$$

$$Q_{\text{Sal. Cap.}} = Q_{\text{Ing. R.A.N.T.}} = 506.32 \text{ l/s}$$

ANC = 0,5 % (limpieza de perforación, pérdida en acueducto de captación, etc.)

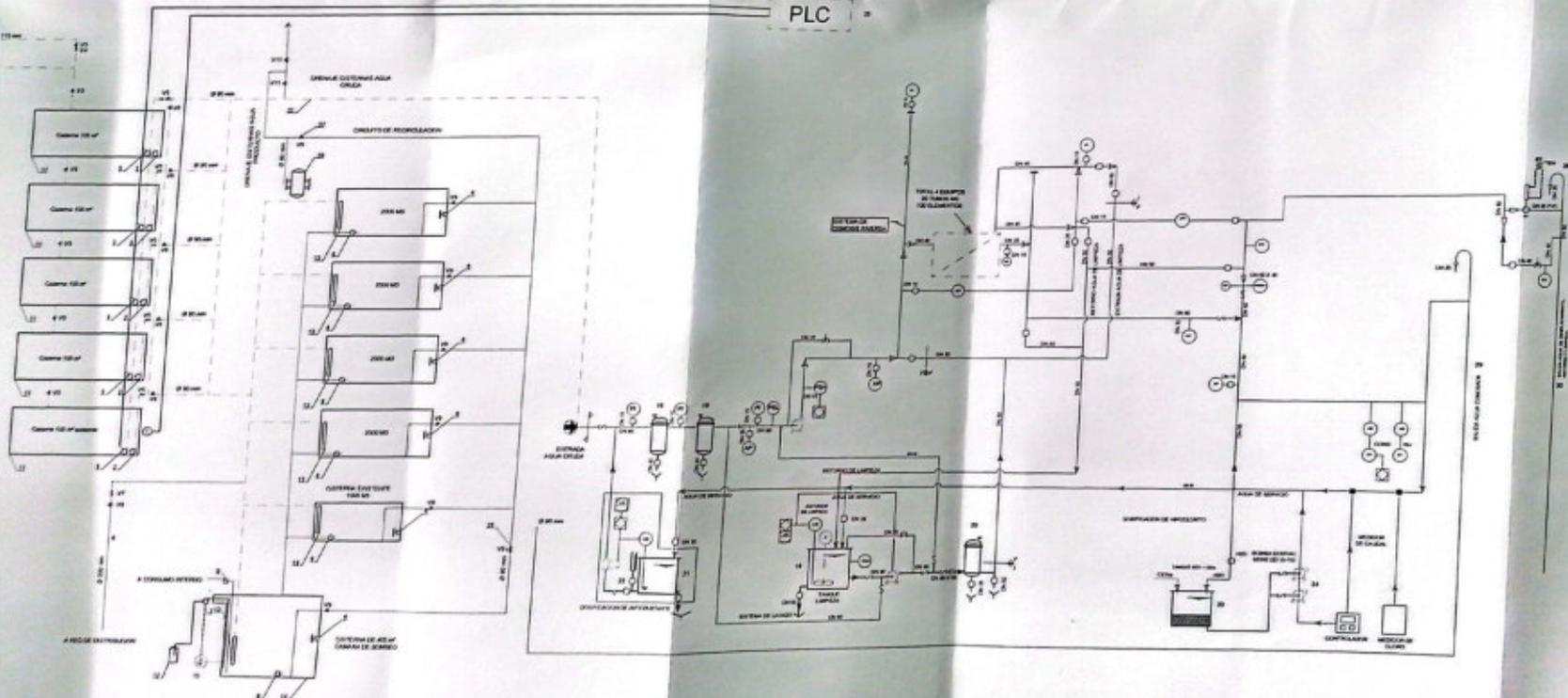
$$D_{\text{Dist.}} = 0$$

$$Q_{\text{Ing. Cap.}} = 506.32 \text{ l/s} / (1 - 0,05) = 532.97 \text{ l/s}$$

N°	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	BARRERA BOMBU DE O ₃	1
2	GRUPO PARA DESINFECCIÓN DE AGUA	1
3	SARRO RECIBIDO	1
4	VALVULA PORRECIÓN	1
5	REACTOR REACTIVO	1
6	REACTOR AGUA FROTA O ₃	1
7	FILTRO CANTIDAD DE 10.000 LITROS AGUA	1
8	P.A.C. (plantilla) tipo proporcional - 10000 LITROS	1
9	BOMBA COMERCIAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	1
10	DEPOSITO DE REPOSICIÓN DE AGUA	1
11	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
12	DEPOSITO DE REPOSICIÓN DE AGUA	1
13	FILTRO PARA REPOSICIÓN DE AGUA	1
14	VALVULA PARA REPOSICIÓN	1
15	2 BOMBAS DE REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	2
16	1 VALVULA DE REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
17	FILTRO DE 10.000 LITROS DE AGUA	1
18	FILTRO DE 10.000 LITROS DE AGUA	1
19	FILTRO DE 10.000 LITROS DE AGUA	1
20	DEPOSITO DE 10.000 LITROS DE AGUA	1
21	FILTRO PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
22	VALVULA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
23	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
24	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
25	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
26	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
27	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
28	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
29	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
30	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
31	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
32	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
33	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
34	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
35	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
36	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
37	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
38	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
39	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
40	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
41	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
42	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
43	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
44	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
45	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
46	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
47	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
48	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
49	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
50	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
51	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
52	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
53	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
54	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
55	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
56	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
57	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
58	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
59	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
60	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
61	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
62	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
63	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
64	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
65	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
66	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
67	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
68	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
69	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
70	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
71	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
72	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
73	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
74	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
75	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
76	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
77	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
78	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
79	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
80	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
81	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
82	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
83	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
84	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
85	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
86	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
87	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
88	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
89	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
90	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
91	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
92	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
93	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
94	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
95	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
96	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
97	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
98	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
99	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1
100	BOMBA PARA REPOSICIÓN DE AGUA EN PLANTA	1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL MERLO PUNTO C	
PROYECTO INTEGRADOR 7: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ENTREGA DE AGUA POTABLE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	
ALUMNO	GÓMEZ RODRÍGUEZ CAROLINA S.
D. TÉCNICO	ING. CARLOS ALBERTO
PLANO	FLOW SHEET
CAPITULO 5 FLOW SHEET	

FLOW SHEET

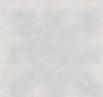


Nº	DESCRIPCIÓN	CANT
01	ESTACION DE INTAKE	1
02	TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA	1
03	TANQUE DE AERACIÓN	1
04	TANQUE DE FLOTACIÓN	1
05	FILTRO DE AGUA	1
06	FILTRO DE AGUA	1
07	FILTRO DE AGUA	1
08	FILTRO DE AGUA	1
09	FILTRO DE AGUA	1
10	FILTRO DE AGUA	1
11	FILTRO DE AGUA	1
12	FILTRO DE AGUA	1
13	FILTRO DE AGUA	1
14	FILTRO DE AGUA	1
15	FILTRO DE AGUA	1
16	FILTRO DE AGUA	1
17	FILTRO DE AGUA	1
18	FILTRO DE AGUA	1
19	FILTRO DE AGUA	1
20	FILTRO DE AGUA	1
21	FILTRO DE AGUA	1
22	FILTRO DE AGUA	1
23	FILTRO DE AGUA	1
24	FILTRO DE AGUA	1
25	FILTRO DE AGUA	1
26	FILTRO DE AGUA	1
27	FILTRO DE AGUA	1
28	FILTRO DE AGUA	1
29	FILTRO DE AGUA	1
30	FILTRO DE AGUA	1
31	FILTRO DE AGUA	1
32	FILTRO DE AGUA	1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN,
PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE"

ALUMNO	GÓMEZ RICO, CAROLINA B.	FECHA:	10-09
D. TÉCNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC:	1:100
PLANO	FLOW SHEET		FS 01



**CAPITULO 6
NORMAS DE CALIDAD**

A.1. LEGISLACION PROVINCIAL.

El gobierno de la provincia de Santa Fe de acuerdo al decreto provincial N° 1089/92 establece los siguientes estándares para la calidad del agua potable.

**ANEXO A
LIMITE PARA LA PROVISION DE AGUA POTABLE**

A. Parámetros organolépticos

	Determinan- to	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
1	Color	mg/l oscila PCCo	20	1
2	Turbiedad	UNT	2	0,5
3	Olor	N° de dilución	2 @12°C 3 @25°C	1
4	Sabor	N° de dilución	2 @12°C 3 @25°C	1

B. Parámetros físico-químicos

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
5	pH	Unidades de pH	pH \pm 0,5	pH \pm 0,2
6	Residuo Seco	mg/l líquido de secado a 105°C	1500	1000
7	Alcalinidad Total	mg/l CaCO ₃	-	300 alcalinidad \pm 200
8	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100 + dureza 500	-
9	Cloruro	mg/l Cl	400	250
10	Sulfato	mg/l SO ₄	400	200
11	Calcio	mg/l Ca	250	100
12	Magnesio	mg/l Mg	50	30
13	Hierro Total	mg/l Fe	0,3	-

**CAPITULO 6
NORMAS DE CALIDAD**



CAPITULO 6

NORMAS DE CALIDAD

6.1. LEGISLACION PROVINCIAL

El gobierno de la provincia de Santa Fe de acuerdo al decreto provincial N° 1089/92 establece los siguientes estándares para la calidad del agua potable.

ANEXO A

LIMITES PARA LA PROVISION DE AGUA POTABLE

A Parámetros organolépticos

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
1	Color	mg/l escala Pt/Co	20	1
2	Turbiedad	UNT	2	0,5
3	Olor	N° de dilución	2 @12°C 3@25°C	1
4	Sabor	N° de dilución	2 @12°C 3@25°C	0

B Parámetros Físico-químicos

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
5	pH	Unidades de pH	pHs +/- 0,5	pHs +/- 0,2
6	Residuos Secos	mg/l luego de secado a 180°C	1500	1000
7	Alcalinidad Total	mg/l CaCO ₃	-	30 < alcalinidad < 200
8	Dureza total	mg/l CaCO ₃	100 < dureza < 500	-
9	Cloruros	mg/l Cl	400	250
10	Sulfatos	mg/l SO ₄	400	200
11	Calcio	mg/l Ca	250	100
12	Magnesio	mg/l Mg	50	30
13	Hierro Total	mg/l Fe	0,2	0,1



14	Manganeso	mg/l mN	0,1	0,05
15	Cobre	mg/l Cu	1,0	-
16	Zinc	mg/l Zn	0,5	-
17	Aluminio	mg/l Al	0,2	0,1
18	Sodio	mg/l Na	200	100
19	Bario	mg/l Ba	1,0	0,1
20	Amonio	mg/l Np	0,5	0,05
21	Nitrógeno (excluido el N en forma de nitrosy nitratos)	mg/l N	1	-
22	Oxidabilidad (permanganato de potasio)	mg/l O2	5	2
23	Sulfuro de Hidrógeno	µg/l S	no detectable organoléptica mente	-
24	Detergentes aniónicos	mg/l	0,2	-
25	Cloro activo	mg/l Cl	1,2	0,2<0,1<0,5
26	Fósforo	mg/l P2O5	5,0	0,4

C Sustancias Tóxicas inorgánicas

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
27	Arsénico	µg/l AS	100	50
28	Cadmio	µg/l Cd	5	-
29	Cromo Total	µg/l Cr	50	-



30	Cianuros	$\mu\text{g/l Cn}$	100	50
31	Mercurio	$\mu\text{g/l Hg}$	1	-
32	Niquel	$\mu\text{g/l Ni}$	50	-
32	Plomo	$\mu\text{g/l Pb}$	50	-
33	Antimonio	$\mu\text{g/l Sb}$	10	-
34	Plata	$\mu\text{g/l Ag}$	50	-
35	Selenio	$\mu\text{g/l Se}$	10	-
36	Nitratos	mg/l NO_3	45(1)	25
37	Nitritos	mg/l NO_2	0,1	-
38	Fluoruros	mg/l F	1,5	-(2)

(1) Se recomienda que los lactantes no consuman aguas con tenores superiores a lo establecido.

(2) Cuando la autoridad de salud lo recomiende, el valor a alcanzar será de 1mg/l.

D.Sustancias Tóxicas Orgánicas y Pesticidas

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
39	Benceno	$\mu\text{/l}$	10	-
40	Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP)	$\mu\text{/l}$	0,2	-
41	Benzo(A)Pireno	$\mu\text{/l}$	0,01	-
42	Cloroformo	$\mu\text{/l}$	30	-
43	1,2 Dicloroetano	$\mu\text{/l}$	10	-
44	1,1 Dicloroetano	$\mu\text{/l}$	0,3	-



45	Hexaclorobenceno	μ/l	0,01	-
46	Pentaclorofenol	μ/l	10	-
47	2,4,5 Triclorofenol	μ/l	10	-
48	Trihalometanos	μ/l	100	-
49	Tetracloruro de Carbono	μ/l	3	-
50	Tricloroeteno	μ/l	30	-
51	Tetracloroeteno	μ/l	10	-
52	Hidrocarburos totales	μ/l	500	-
53	Tolueno	μ/l	500	-
54	Etilbencenos	μ/l	100	-
55	Xilenos	μ/l	300	-
56	Estireno	μ/l	100	-
57	Monoclorobenceno	μ/l	3	-
58	1,2 Diclorobenceno	μ/l	0,2	-
59	1,4 Diclorobenceno	μ/l	0,01	-
60	Fenoles	μ/l	1	-
61	Cloruro de Vinilo	μ/l	2000	-
62	2,4 D (Acido 2,4 diclorofenoxiacético)	μ/l	100	-
63	Aldrin y Dieldrin	μ/l	0,03	-



64	Clordano(Total de isómeros)	μ/l	0,3	-
65	DDT (Total de isómeros)	μ/l	1	-
66	Heptacloro y Heptacloro Epoxido	μ/l	0,1	-
67	Gamma-HCH(lindano)	μ/l	3	-
68	Hetoxicloro	μ/l	30	-
69	Malatión	μ/l	190	-
70	Hetil Paration	μ/l	7	-
71	Paration	μ/l	35	-

E Parámetros Microbiológicos

	Determinante	Unidades	Límite Obligatorio	Límite Recomendado
72	Bacterias Aeróbicas	Nº por ml	100	-
73	Coliformes totales	NMP por 100 ml (tubos filtrantes)	< 2,2 0	-
		Nº por 100 ml (membrana filtrante)		
74	Coliformes Fecales	NMP por 100 ml (tubos múltiples)	< 2,2 0	-
		Nº por 100 ml (membrana filtrante)		
75	Pseudomonas Aeruginosas		Ausencia	-
76	Fitoplancton y Zooplancton		Ausencia	-
77	Giarda Lambia		Ausencia	-



78	Cryptosporidium		Ausencia	-
----	-----------------	--	----------	---

NOTAS

- a) Límites recomendados: Los operadores deben programar alcanzar estos límites en condiciones normales de operación en una fecha que se establezca en las normas aplicables.
- b) La definición de frecuencias y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables

6.2. LEGISLACION NACIONAL

Nos basamos en lo que establece el C.A.A. Código Alimentario Argentino.

Art 982 - Con las denominaciones de Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente.

El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.

Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas siguientes:

• Características físicas:

Turbiedad: máx. 3 NTU;

Color: máx. 5 escala Pt-Co;

Olor: sin olores extraños.

• Características químicas:

pH: 6,5 - 8,5;

pH sat.: pH \pm 0,2.

• Substancias inorgánicas:

Amoníaco (NH₄⁺) máx.: 0,20 mg/l;

Antimonio máx.: 0,02 mg/l;

Aluminio residual (Al) máx.: 0,20 mg/l;

Arsénico (As) máx.: 0,01 mg/l;

Boro (B) máx.: 0,5 mg/l;

Bromato máx.: 0,01 mg/l;

Cadmio (Cd) máx.: 0,005 mg/l;

Cianuro (CN⁻) máx.: 0,10 mg/l;

Cinc (Zn) máx.: 5,0 mg/l;

Cloruro (Cl⁻) máx.: 350 mg/l;

Cobre (Cu) máx.: 1,00 mg/l;

Cromo (Cr) máx.: 0,05 mg/l;

Dureza total (CaCO₃) máx.: 400 mg/l;

Fluoruro (F⁻): para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida:

- Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0

- 12,0, contenido límite recomendado de Flúor

(mg/l), límite inferior: 0,9; límite superior: 1, 7;

- Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1

- 14,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/

l), límite inferior: 0,8; límite superior: 1,5;



- Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7
- 17,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8; límite superior: 1,3:
- Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7
- 21,4, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), Límite inferior: 0,7; límite superior: 1,2:
- Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5
- 26,2, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7; límite superior: 1,0:
- Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3
- 32,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,6; límite superior: 0,8:
- Hierro total (Fe) máx.: 0,30 mg/l;
- Manganeso (Mn) máx.: 0,10 mg/l;
- Mercurio (Hg) máx.: 0,001 mg/l;
- Níquel (Ni) máx.: 0,02 mg/l;
- Nitrato (NO₃⁻) máx.: 45 mg/l;
- Nitrito (NO₂⁻) máx.: 0,10 mg/l;
- Plata (Ag) máx.: 0,05 mg/l;
- Plomo (Pb) máx.: 0,05 mg/l;
- Selenio (Se) máx.: 0,01 mg/l;
- Sólidos disueltos totales, máx.: 1500 mg/l;
- Sulfatos (SO₄⁼) máx.: 400 mg/l;
- Cloro activo residual (Cl) mín.: 0,2 mg/l.

La autoridad sanitaria competente podrá admitir valores distintos si la composición normal del agua de la zona y la imposibilidad de aplicar tecnologías de corrección lo hicieran necesario.

Para aquellas regiones del país con sueldos de alto contenido de arsénico, se establece un plazo de hasta 5 años para adecuarse al valor de 0,01 mg/l.

• Características Microbiológicas:

Bacterias coliformes: NMP a 37 °C- 48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.

Escherichia coli: ausencia en 100 ml.

Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

En la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario deberá incluirse entre los parámetros microbiológicos a controlar el recuento de bacterias mesófilas en agar (APC - 24 hs. a 37 °C): en el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento.

En las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria la presencia de cloro activo.

• Contaminantes orgánicos:

THM, máx.: 100 ug/l;

Aldrin + Dieldrin, máx.: 0,03 ug/l;

Clordano, máx.: 0,30 ug/l;

DDT (Total + Isómeros), máx.: 1,00 ug/l;

Detergentes, máx.: 0,50 mg/l;

Heptacloro + Heptacloroepóxido, máx.: 0,10 ug/l;

Lindano, máx.: 3,00 ug/l;

Metoxicloro, máx.: 30,0 ug/l;

2,4 D, máx.: 100 ug/l;

Benceno, máx.: 10 ug/l;

Hexacloro benceno, máx.: 0,01 ug/l;



Monocloro benceno, máx.: 3,0 ug/l;
1,2 Dicloro benceno, máx.: 0,5 ug/l;
1,4 Dicloro benceno, máx.: 0,4 ug/l;
Pentaclorofenol, máx.: 10 ug/l;
2, 4, 6 Triclorofenol, máx.: 10 ug/l;
Tetracloruro de carbono, máx.: 3,00 ug/l;
1,1 Dicloroeteno, máx.: 0,30 ug/l;
Tricloro etileno, máx.: 30,0 ug/l;
1,2 Dicloro etano, máx.: 10 ug/l;
Cloruro de vinilo, máx.: 2,00 ug/l;
Benzopireno, máx.: 0,01 ug/l;
Tetra cloro eteno, máx.: 10 ug/l;
Metil Paratión, máx.: 7 ug/l;
Paratión, máx.: 35 ug/l;
Malatión, máx.: 35 ug/l.

Los tratamientos de potabilización que sea necesario realizar deberán ser puestos en conocimiento de la autoridad sanitaria competente".

6.3. LEGISLACION INTERNACIONAL

Nos basaremos en lo que establece la O.M.S. Organización Mundial de la Salud.

Cuadro A4.3 Valores de referencia correspondientes a sustancias químicas cuya presencia en el agua de consumo puede afectar a la salud

Sustancia Valor de referencia (mg/l)

Acrilamida 0,0005b
Alacloro 0,02b
Aldicarb 0,01 Aplicable al aldicarb sulfóxido y al aldicarb sulfona
Aldrín y dieldrín 0,00003 Aplicable a la suma de aldrín y dieldrín
Antimonio 0,02
Arsénico 0,01 (P)
Atrazina 0,002
Bario 0,7
Benceno 0,01b
Benzo[a]pireno 0,0007b
Boro 0,5 (T)
Bromato 0,01b (A, T)
Bromodichlorometano 0,06b
Bromoformo 0,1
Cadmio 0,003
Carbofurán 0,007
Tetracloruro de carbono 0,004
Clorato 0,7 (D)
Clordano 0,0002
Cloro 5 (C) Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre =0,5 mg/l tras un tiempo de contacto de al menos 30 min a pH <8,0
Clorito 0,7 (D)
Cloroformo 0,3
Clorotolurón 0,03
Clorpirifós 0,03
Cromo 0,05 (P) Para cromo total
Cobre 2 El agua puede manchar la ropa y los aparatos sanitarios a concentraciones menores que el valor de referencia.



Cianazina 0,0006
Cianuro 0,07
Cloruro de cianógeno 0,07 Para cianuro como total de compuestos cianógenos
2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) 0,03 Aplicable al ácido libre
2,4-DB 0,09
DDT y sus metabolitos 0,001
Di(2-etilhexil)ftalato 0,008
Dibromoacetnitrilo 0,07
Dibromoclorometano 0,1
1,2-Dibromo-3-cloropropano 0,001b
1,2-Dibromoetano 0,0004b (P)
Dicloroacetato 0,05b (T, D)
Dicloroacetnitrilo 0,02 (P)
1,2-Diclorobenceno 1 (C)
1,4-Diclorobenceno 0,3 (C)
1,2-Dicloroetano 0,03b
1,2-Dicloroetano 0,05
Diclorometano 0,02
1,2-Dicloropropano (1,2-DCP) 0,04 (P)
1,3-Dicloropropeno 0,02b
Dicloroprop 0,1
Dimetoato 0,006
1,4-Dioxano 0,05b
Ácido edético (EDTA) 0,6 Aplicable al ácido libre
Endrín 0,0006
Epiclorhidrina 0,0004 (P)
Etilbenceno 0,3 (C)
Fenoprop 0,009
Fluoruro 1,5 Al fijar normas nacionales deben tenerse en cuenta el volumen de agua consumida y la ingesta de otras fuentes
Hexaclorobutadieno 0,0006
Isoproturón 0,009
Plomo 0,01
Lindano 0,002
Manganeso 0,4 (C)
MCPA 0,002
Mecoprop 0,01
Mercurio 0,006 Para mercurio inorgánico
Metoxicloro 0,02
Metolaclo 0,01
Microcistina-LR 0,001 (P) Para microcistina-LR total (suma de la libre y la intracelular)
Molinato 0,006
Molibdeno 0,07
Monocloramina 3
Monocloroacetato 0,02
Níquel 0,07
Nitrato (como NO ₃)
-) 50 Exposición a corto plazo
Ácido nitrilotriacético (ANT) 0,2
Nitrito (como NO ₂)
-) 3 Exposición breve
0,2 (P) Exposición prolongada
Pendimetalina 0,02



Pentaclorofenol 0,009b (P)
Permetrina 0,3 Sólo cuando se utiliza como larvicida para fines de salud
Piriproxifeno 0,3
Selenio 0,01
Simazina 0,002
Estireno 0,02 (C)
Terbutilazina 0,007
Tetracloroeteno 0,04
Tolueno 0,7 (C)
Tricloroacetato 0,2
Tricloroeteno 0,02 (P)
2,4,6-Triclorofenol 0,2b (C)
Trifluralina 0,02
Trihalometanos La suma de los cocientes de la concentración de cada uno y sus respectivos valores de referencia no debe ser mayor que 1.
Uranio 0,015 (P, T) Sólo se abordan los aspectos químicos del uranio
Cloruro de vinilo 0,0003b
Xilenos 0,5 (C)

P = valor de referencia provisional, dado que hay evidencia de que la sustancia es peligrosa, pero existe escasa información disponible relativa a sus efectos sobre la salud; T = valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado es menor que el que es posible alcanzar mediante métodos de tratamiento prácticos, protección de la fuente, etc.; A = valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado es menor que el límite de cuantificación alcanzable; D = valor de referencia provisional porque es probable que la desinfección ocasione la superación del valor de referencia; C = concentraciones de la sustancia iguales o menores que el valor de referencia basado en efectos sobre la salud pueden afectar al aspecto, sabor u olor del agua y dar lugar a reclamaciones de los consumidores.

El valor de referencia de las sustancias que se consideran cancerígenas es la concentración en el agua de consumo asociada a un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10^{-5} (un caso adicional de cáncer por cada 100 000 personas que ingieren agua de consumo con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años). Las concentraciones asociadas con valores máximos del riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10^{-4} y 10^{-6} pueden calcularse multiplicando y dividiendo, respectivamente, el valor de referencia por 10.



CAPITULO 7

CAPTACION

7.1. LAS AGUAS SUBTERRANEAS COMO FUENTE DE SUMINISTRO

La tendencia normal ha sido la de captar las aguas superficiales, con caudales mejor conocidos y más fáciles de captar, pero la aparición de la contaminación afecta más directamente y de forma más inmediata a las aguas superficiales. La contaminación sin duda, y la necesidad de localizar nuevos recursos va modificando la tendencia, basándose en las aguas subterráneas.

En nuestro proyecto el punto de fundamental importancia en la captación de aguas para suministro se basa en la posibilidad de obtener agua de calidad constante via que ella se le da mejor calidad que se pueda encontrar en la zona en estudio.

Con esta constancia de trabajo me aseguro que mi equipo de operarios así como los filtros y membranas que intervienen en el proceso estén bajo condiciones óptimas de calidad de agua.

7.2. EL AGUA EN EL TERRENO

De acuerdo a la forma en que está contenida el agua en el terreno podemos distinguir:

- * Agua de condensación
- * Agua de retención
- * Agua capilar
- * Agua de gravedad

Agua de condensación

El agua de condensación está mezclada químicamente con los materiales del terreno, como ejemplo el agua de cristalización. Lógicamente no puede utilizarse esta agua.

Agua de retención

Agua de retención: la existencia de esta agua se debe a las atracciones primarias entre las partículas del terreno y las moléculas de H₂O. Se distinguen dentro de estas 2 tipos: agua higroscópica y agua pelicular. La primera se encuentra en el terreno, debido a las fuerzas de cohesión, por lo que solo puede escapar de lugar al transformarse en vapor. El agua pelicular rodea las partículas del suelo, y queda sujeta a él por las fuerzas de adhesión. Igual que el agua higroscópica no puede desplazarse por gravedad, y no transmite la presión hidrostática. Estos tipos de agua no se captan mediante los sistemas de drenaje.

Agua capilar

Esta agua refrena las capilares que dejan entre sí las partículas del terreno, motivadas por ellas mediante las fuerzas de capilaridad. Dentro de esta se pueden distinguir dos tipos:

- * Agua capilar aislada: es la que queda suspendida en el terreno sin conexión con el agua de gravedad.
- * Agua capilar continua: forma parte del agua por gravedad, estando aislada por ella y comunicándose todo el volumen a ella a presión negativa respecto de la atmósfera.

Agua de gravedad

El agua de gravedad satura todo el terreno, rellenando todos los poros, intersticios y fisuras, obediendo únicamente a la acción de gravedad y transmitiendo la presión hidrostática. Es la parte de agua que aprovecha por el terreno y puede captarse directamente además el agua capilar continua.

7.3. ZONAS DEL TERRENO SEGUN TIPO DE AGUA

7.3.1. Zona de saturación

Esta zona se está saturada y sus huecos pueden estar llenos de aire y agua.

Franja capilar

Dá esta el grado de saturación disminuye de forma continua de abajo hacia arriba. El agua da dos tipos capilar aislada y capilar continua, siendo esta última la específica de esta zona. Dado que el agua capilar continua está ligada al agua de gravedad, cuando baja el nivel de la franja capilar y viceversa.



CAPITULO 7

CAPTACION

7.1. LAS AGUAS SUBTERRANEAS COMO FUENTE DE SUMINISTRO

La tendencia normal ha sido la de captar las aguas superficiales, con caudales mejor conocidos y mas fáciles de captar, pero la aparición de la contaminación afecta mas directamente y de forma mas inmediata a las aguas superficiales. La contaminación sin duda, y la necesidad de localizar nuevos recursos va modificando la tendencia, basándose en las aguas subterráneas.

En nuestro proyecto el punto de fundamental importancia en la captación e aguas para suministro se basa en la necesidad de obtener agua de calidad constante sin que ella se la de mejor calidad que se pueda encontrar en la zona en estudio.

Con esta constante de trabajo me aseguro que mi equipo de osmosis así como los filtros y membranas que intervienen en el proceso estén bajo condiciones constantes de calidad de agua.

7.2. EL AGUA EN EL TERRENO

De acuerdo a la forma en que esta mantenida el agua en el terreno podemos distinguir:

- Agua de constitución
- Agua de retención
- Agua capilar
- Agua de gravedad

Agua de constitución

El agua de *constitución* esta combinada químicamente con los materiales del terreno, como ejemplo el agua de cristalización. Lógicamente no puede drenarse esta agua.

Agua de retención

Agua de retención: la existencia de esta agua se debe a las atracciones polares entre las partículas del terreno y las moléculas de H O. Se distinguen dentro de estas 2 tipos: agua higroscópica y agua pelicular. La primera se mantiene en el terreno, debido a las fuerzas de absorción, por lo que solo puede cambiar de lugar al transformarse en vapor. El agua pelicular rodea las partículas del suelo, y queda sujeta a el por las fuerzas de adhesión. Igual que el agua giroscópica no puede desplazarse por gravedad, y no transmite la presión hidrostática. Estos tipos de agua no se captan mediante los sistemas de drenaje.

Agua capilar

Esta agua rellena los canaliculos que dejan entre si las partículas del terreno, metiéndose en ellos mediante las fuerzas de capilaridad. Dentro de esta se pueden distinguir dos tipos:

- Agua capilar aislada: es la que queda suspendida en el terreno sin conexión con el agua de gravedad.
- Agua capilar continua: forma parte del agua por gravedad, estando sostenida por ella y manteniéndose toda la columna capilar a presión negativa respecto de la atmosférica.

Agua de gravedad

El agua de gravedad satura todo el terreno, rellenoando todos los poros, intersticios y fisuras; obedece únicamente a la acción de gravedad y transmite la presión hidrostática. Es la parte de agua que circula por el terreno y puede captarse arrastrando además el agua capilar continua.

7.3. ZONAS DEL TERRENO SEGÚN TIPO DE AGUA

7.3.1. Zona de aireación

Esta zona no esta saturada y sus huecos pueden estar llenos de aire y agua.

Franja capilar

En ella el grado de saturación disminuye de forma continua de abajo hacia arriba. El agua que contiene es de dos tipos capilar aislada y capilar continua, siendo esta ultima la específica de esta zona.

Dado que el agua capilar continua esta ligada al agua de gravedad, cuando baja el nivel freático, bajara la franja capilar y viceversa.



La altura o potencia de esta franja capilar varía de acuerdo con la granulometría del terreno. Como valores de la potencia de la franja capilar puede adoptarse:

- En arenas 30 a 60 cm
- En margas 120 cm
- En limos hasta 400 cm

7.3.2. Zona de retención

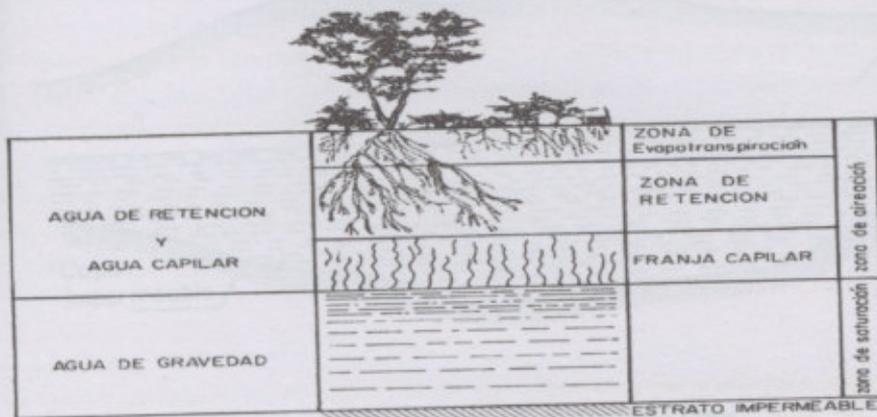
El agua que existe en esta zona es agua de retención y no tiene conexión con la de las zonas inferiores. El volumen de agua que contiene es el coeficiente de retención específica.

7.3.3. Zona de evapotranspiración

Es la zona superior y esta limitada por la superficie del terreno. En ella se produce una evapotranspiración que da lugar a alteraciones de las características del terreno. La cantidad de agua que contiene puede ser mayor o menor que el coeficiente de retención específica.

7.3.4. Zona de saturación

Esta zona esta totalmente saturada de agua y el agua que contiene es agua de gravedad. Debajo de esta zona existirá una capa de terreno impermeable que retendrá el agua. La parte superior de esta zona, superficie de saturación, a la presión atmosférica, recibe el nombre de nivel freático.



7.4. ESTUDIOS PRELIMINARES DEL ACUIFERO

7.4.1. CONCEPTOS BASICOS

Un *acuífero* es el terreno por el cual circula el agua. El límite impermeable inferior al acuífero se denomina muro y el superior techo. Manto de agua es el conjunto de agua que satura un terreno. La superficie piezométrica es la superficie real o ficticia del manto, en la que la presión de agua es la atmosférica.

Zona de escorrentía subterránea es aquella en que el agua infiltrada, debida a la pendiente del muro del acuífero, no se estanca y sigue moviéndose hasta llegar a una zona donde se pueda almacenar llamada zona de acumulación.

Capa acuífera es la formación geológica que contiene agua y la transmite de un punto a otro en cantidades suficientes para permitir su explotación económica. Por el contrario capa acuíclo SA es una formación que contiene agua pero no puede transmitirla con suficiente rapidez. Capa acuífuga es la que no tiene aperturas de interconexión y por lo tanto no puede retener ni transmitir agua. El acuitardo es un acuífero con retardo en la extracción, es decir, que tarda en dar el agua.

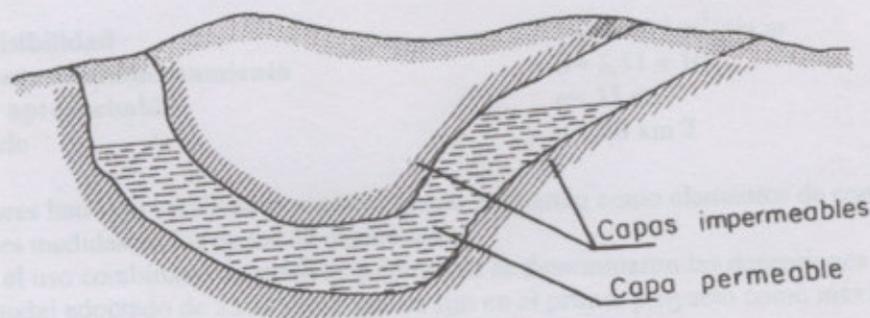
El *rendimiento específico de una capa acuífera* es la relación del agua fluyente al volumen total de la formación.

Un *acuífero libre* es aquel que tiene la superficie de saturación a la presión atmosférica. Si esto no sucede, es decir, si el acuífero tiene techo, el acuífero recibe el nombre de confinado, artesiano o cautivo. Otro caso de acuífero es aquel que aparece por encima del nivel freático y recibe el nombre de acuífero colgado.

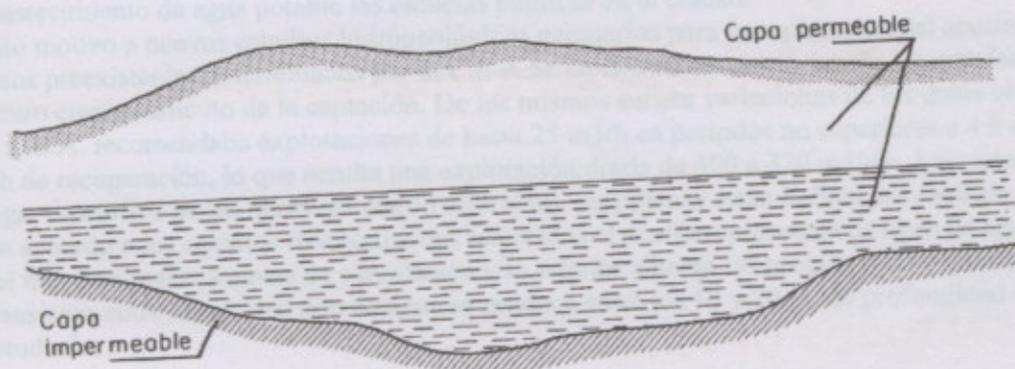
Acuífero semiconfinado es el acuífero confinado en el que el techo no es totalmente impermeable, por lo que



recibe aportaciones directas desde el terreno superior. Es decir, el techo constituye un acuitardo. La recarga de un acuífero se puede producir por precipitación (lluvia) sobre el terreno que lo contiene, caso de acuífero libre o semiconfinado, o bien lateralmente al acuífero por la existencia de un río o lago, etc. Acuífero limitado es un acuífero que posee lateralmente una zona impermeable o bien de aportación constante.



Acuífero confinado o artesiano



Acuífero libre

7.4.2. PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO

Para el diseño del presente proyecto de captación nos remitimos al estudio realizado por la C. E. A. (Compañía de Estudio de Agua) en el año 1975, en el cual se concluye con la determinación de los parámetros hidráulicos promedios del acuífero predominante en nuestra región.

El cálculo de los parámetros que caracterizan el acuífero se realizó mediante la aplicación de los métodos de No Equilibrio de Theis, Jacob y Recuperación de Theis. Estos estudios se llevaron a cabo en cinco (5) pozos de estudio de los que se consideraron como representativos sólo cuatro (4), distribuidos en un área circundante a la ciudad de Venado Tuerto.

Las perforaciones de estudio atravesaron los estratos correspondientes a la formación Semiconfinado Pampeano hasta una profundidad total de cincuenta y un (51) metros. Se determinó una sucesión litológica bastante homogénea para toda el área y que responde a las características generales de dicha formación.

El acuífero estudiado posee características de semiconfinado con tendencia a libre, en algunos sectores más acentuado que en otros.

Los análisis granulométricos se realizaron sobre el material considerado limo suelto y la fracción más fina de limo aglomerado, previa separación de una fracción, más gruesa constituida por gránulos de tosca y limos compactados por material calcáreo y arcilloso.

Se adoptaron como parámetros granulométricos medios aplicables al material del acuífero estudiado los siguientes:



• **Coefficiente de uniformidad**

$C_u = 1,75$

• **Tamaño efectivo**

$T_e = 0,89 \text{ mm.}$

Los valores obtenidos en los ensayos de bombeo pueden considerarse normales para el área, dadas las características del terreno, lo que manifiesta la posibilidad de explorar el acuífero mediante perforaciones convencionales.

Las características hidráulicas de área promediando los valores obtenidos en las perforaciones de estudio son:

• **Transmisibilidad**

$T = 489,39 \text{ m}^3/\text{día.m}$

• **Coefficiente de almacenamiento**

$S = 5,51 \times 10^{-3}$

• **Espesor aprovechable**

$e = 35 \text{ m}$

• **Superficie**

$s = 80 \text{ km}^2$

Estos valores han sido verificados analíticamente utilizando como elementos de comprobación las diferentes depresiones medidas en los pozos de observación.

Mediante el uso combinado de gráficos y fórmulas se determinaron las depresiones a diferentes distancias para un caudal adoptado de $25 \text{ m}^3/\text{hora}$ que se fijó en el primer proyecto como máximo caudal de rendimiento en las perforaciones de captación.

Durante el año 2000 la Cooperativa comenzó con una explotación mínima del acuífero para el abastecimiento de agua potable las escuelas públicas de la ciudad.

Esto motivó a nuevos estudios hidrogeológicos necesarios para la explotación del acuífero, y corroborar los datos preexistentes determinados por la C.E.A. Se consideró necesario repetir los estudios en el lugar del futuro emplazamiento de la captación. De los mismos surgen variaciones de los datos obtenidos por ejemplo, la C.E.A. recomendaba explotaciones de hasta $25 \text{ m}^3/\text{h}$ en periodos no superiores a 4 h de bombeo y mínimo 3 h de recuperación, lo que resulta una explotación diaria de 300 a 320 $\text{m}^3/\text{día}$. Las determinaciones en el lugar específico de las obras resultaron diferentes, las mismas están al final del capítulo.

De acuerdo a los estudios fisicoquímicos realizados el acuífero presenta dos tipos de agua, la parte superior del mismo almacena aguas de percolación y la inferior alberga las propias de la formación pampeana. La transición entre uno y otro tipo de agua se produce entre los 18 y 20 m. de profundidad dentro del área estudiada.

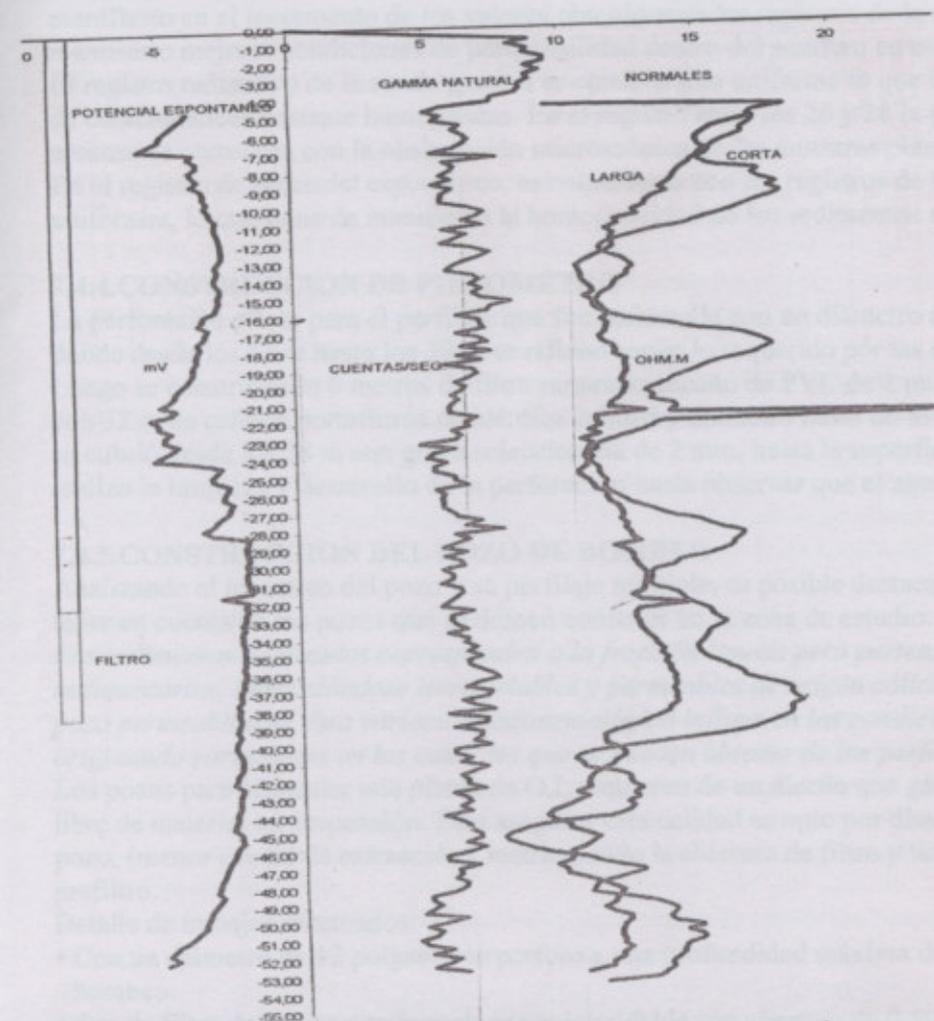
7.4.3. POZO DE EXPLORACION - realizado por ITSSA

El mismo se realizó en el sitio, el pozo se perforó con un diámetro de 6 pulgadas hasta 53 m, del que se obtuvo el siguiente perfil estratigráfico.

<u>Profundidades</u>	<u>Descripción</u>
• 0.00 a 0.40 m	suelo vegetal limoso pardo oscuro
• 0.40 a 4.00 m	limo castaño oscuro con poca intercalación de arena fina
• 4.00 a 14.00 m	limo castaño rojizo granulado fino
• 14.00 a 15.00 m	limo castaño rojizo granulado grueso
• 15.00 a 16.00 m	limo castaño oscuro poco arcilloso
• 16.00 a 26.00 m	limo castaño oscuro granulado (poliédrico)
• 26.00 a 27.00 m	limo arenoso muy fino castaño rojizo
• 27.00 a 29.00 m	limo castaño rojizo muy friable con escasa intercalación de arena muy fina
• 29.00 a 31.00 m	limo granulado fino friable
• 31.00 a 45.00 m	limo castaño amarillento friable, se observa poca arena muy fina
• 45.00 a 50.00 m	limo granulado grueso, se observan nódulos gruesos de limo castaño Rojo.
• 50.00 a 53.00 m	limo granulado grueso de estructura poliédrica con nódulos de óxido Mn.



PERFILAJE MULTIPLE DE ZONA EN ESTUDIO GENERALIDADES



El perfil SP, mide el potencial espontáneo o natural de las formaciones rocosas en el subsuelo. Esto es una corriente electroquímica que se genera entre el agua que tiene el pozo y el agua que tienen las rocas en el subsuelo, estas aguas tienen diferentes salinidades o concentraciones de sales, al haber una diferencia de potencial debido a las diferentes concentraciones de sales, se genera una corriente que va desde el agua de mayor concentración a la de menor concentración.

Este SP se mide colocando un electrodo en superficie y otro va en la herramienta que se baja en el pozo. La curva va a deflectar en las rocas más permeables en este caso sería en las areniscas y en las arcillas esta deflexión no existe, el sentido de la deflexión (derecha o izquierda) va a ser hacia la zona o capa que tenga mayor salinidad.

El Gamma Ray, es un perfil que mide la radiactividad natural de las rocas, y que sirve para diferenciar entre los cuerpos de arcilla y areniscas en el subsuelo. En la naturaleza las arcillas tienen mayor concentración de elementos radioactivos (uranio, torio, potasio) que las areniscas (salvo que estas contengan aguas con un alto contenido de sales de uranio).

En el perfil GR cuando la curva deflexe hacia la izquierda hablamos de una zona limpia y que correspondería a una arenisca y si hace lo contrario decimos que estamos en presencia de arcillas.

En el gráfico se presentan los registros integrados del perfilaje múltiple hasta una profundidad de 53 m. Se corrieron sondas eléctricas: normales de corto y largo espaciamiento, SP potencial espontáneo, y radiactiva de gamma natural. Los registros de las sondas normales se acompañan, presentando la de corto espaciamiento en general valores de resistividades más altos que los valores obtenidos con la sonda normal de corto espaciamiento, de lo que se interpreta que el lodo de inyección tiene mayor resistividad que el



acuífero (el agua alojada en el acuífero es de inferior calidad en cuanto a concentración de sales).

Estos registros indican la presencia de espesores con buenas expectativas para su explotación, puesto de manifiesto en el incremento de los valores obtenidos en los registros de la normal corta, esto pone de manifiesto mejores condiciones de permeabilidad dentro del acuífero en ese sector.

El registro radiactivo de la sonda gamma es considerable uniforme lo que indica que la formación limosa es de características bastante homogéneas. En el registro entre los 26 y 28 la presencia de la intercalación arenosa se corrobora con la observación microscópica de las muestras obtenidas durante la perforación.

En el registro de potencial espontáneo, es coincidente con los registros de las otras sondas, presenta valores uniformes, lo que pone de manifiesto la homogeneidad de los sedimentos atravesados.

7.4.4. CONSTRUCCION DE PIEZOMETRO

La perforación piloto para el perfilaje que fue construida con un diámetro de 6 pulgadas hasta los 53 m, donde desde los 53 m hasta los 39 m se relleno según lo requerido por las especificaciones.

Luego se construyeron 6 metros de filtro ranurado encaño de PVC de 2 pulgadas de diámetro prolongándose con 32 m de cañería portafiltros de idéntica calidad y diámetro hasta un nivel de terreno natural, por último se cubrió desde los 38 m con grava seleccionada de 2 mm, hasta la superficie, mediante aire comprimido se realizó la limpieza y desarrollo de la perforación hasta observar que el agua no arrastraba sedimentos.

7.4.5. CONSTRUCCION DEL POZO DE BOMBEO

Analizando el muestreo del pozo y su perfilaje múltiple, es posible destacar las siguientes características para tener en cuenta en los pozos que se deseen construir en la zona de estudio.

Los sedimentos analizados corresponden a la fracción limosa pero pertenecen a distintos ambientes sedimentarios, intercalándose limos friables y permeables de origen cólico con limos de origen palustre de poca permeabilidad, esta variación sedimentológica influye en las condiciones hidrogeológicas locales originando variaciones en los caudales que se pueden obtener de las perforaciones que se realicen.

Los pozos para alimentar una planta de O.I. requieren de un diseño que garantice que el agua producida este libre de material en suspensión. Para asegurar esta calidad se optó por disminuir la eficiencia hidráulica del pozo, (menor caudal de extracción), restringiendo la abertura de filtro y tamaño de la granulometría del prefiltro.

Detalle de trabajos efectuados:

- Con un diámetro de 12 pulgadas se perforo a una profundidad máxima de 38 construyéndose el pozo de bombeo.
- 6 m de filtro de ranura continua de acero inoxidable con abertura de 0.50 mm y de 6 pulgadas de diámetro, con 2 centradores.
- 32 m de caño portafiltros de PVC aditivado reforzado, de 6 pulgadas de diámetro.
- Grava seleccionada de 1 a 2 mm desde los 38 m hasta el nivel superior de 24 m, luego se relleno la superficie con grava de inferior calidad de 2 a 3 mm.
- Al finalizar tareas de limpieza y desarrollo mediante aire comprimido y electro bomba sumergible.

7.4.6. ENSAYO DE BOMBEO Y RECUPERACION

Para estudiar el comportamiento de la formación acuífera se realizó una prueba de bombeo, para conocer los parámetros de la formación. Se midieron los descensos de los niveles dentro de los pozos de bombeo y observación, lo que permitió calcular el valor de transmisividad (T), el coeficiente de almacenamiento (S) y la conductividad hidráulica (que caracterizan a la formación a explotar) y establecer además, el radio de acción del pozo para un tiempo de bombeo.

El caudal durante el ensayo fue de 15650 m³/h que se mantuvo constante durante 72 horas.

En los pozos de bombeo y observación se midieron en forma simultánea los descensos. La distancia entre ambos pozos es de 7.12 m. El nivel estático en el pozo de observación fue de 4.66 m. Al finalizar el bombeo el nivel dinámico en el pozo de bombeo fue de 22.35 m, lo que representa un descenso de 17.88m. El caudal característico para 72 h de bombeo es de 0.875 m³/h/m.

La transmisividad se encuentra adoptada entre 0.196 a 0.163 m²/min. Dado que el coeficiente de almacenamiento en el acuífero libre puede asimilarse a las magnitudes equivalentes de la porosidad eficaz.

Por lo tanto el valor correspondiente al radio de acción del pozo es de 80 m para un tiempo de bombeo de 4 hs.



7.4.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Adoptar en los diseños de los pozos que se construyan aberturas de filtro no mayor de 0.50 mm y una granulometría de grava que no supere los 2 mm.
- Caudal de explotación de 15 - 18 m³/hora.
- Ubicar la bomba a una profundidad aproximada de 26 m.
- Distancia entre pozos mínimo 160 m
- Régimen de explotación : tiempo de bombeo 12 hs diarias, en periodos de 4 horas de bombeo seguidas por 4 horas de recuperación.
- Dadas las características de los sedimentos que componen este espesor, recomendado para la explotación y la experiencia del comportamiento hidráulico observado en pozos similares, es de esperar que la explotación de los mismos en el tiempo, produzca una mejora de en su rendimiento (producción), ya que el desarrollo de los pozos en los limos no se produce de forma rápida sino en función de un periodo de varios meses de funcionamiento, por lo que se recomienda hacer un control periódico cada 45 a 60 días de lectura de niveles estático y dinámico y aforo de los mismos. Con un control de explotación como el recomendado, durante un año como mínimo, lo que permitirá conocer si el régimen adoptado puede ser modificado.
- El volumen teórico de agua almacenada en 200 ha (sin tener en cuenta ningún tipo de recarga) es de 4.700.000 m³ considerando un espesor de 35 m, por la porosidad eficaz de 0.067 valor determinado en el ensayo de bombeo. Este volumen prácticamente cubriría la demanda de un año de trabajo.

7.5. DISEÑO DE LOS POZOS. RADIOS DE INFLUENCIA

El diseño de un pozo de agua implica escoger los factores dimensionales apropiados para la estructura de este y de los materiales que se utilizarán en su construcción. Un buen diseño exige la seguridad de una combinación óptima de comportamiento, larga vida de servicio y un costo razonable. Una sana práctica de Ingeniería demanda que estos objetivos sean considerados en conjunto.

Resulta de utilidad considerar al pozo como una estructura que consiste de dos elementos principales. Uno de estos elementos está constituido por la parte que sirve como *alojamiento del equipo de bombeo* y como *conducto vertical* encargado de conducir el agua desde el acuífero a la superficie. Por lo general esta es la parte ademada del pozo.

El otro elemento principal, es lo que se denomina *zona de captación* propiamente dicha, aquí es donde el agua proveniente del acuífero hace su ingreso al pozo. Este diseño demanda un estudio muy cuidadoso de los factores hidráulicos que influyen en el comportamiento de la formación, y se aplica especialmente a las perforaciones que derivan agua de estratos no consolidados como los de nuestra región.

Una rejilla de pozo debidamente adoptada permite el libre ingreso de agua, a baja velocidad, evitando que la arena penetre al pozo y además se comporta como retenedor estructural ya que soporta el material sólido.

De acuerdo al área seleccionada para la captación se procederá al diseño de las perforaciones con el objetivo de no ocasionar impacto ambiental negativo, en este caso, deterioro del acuífero.

7.5.1. Cálculo del tiempo de bombeo para que el radio de acción no supere los 100 m.

$$r = (2,25 T \text{ to} / S)^{1/2}$$

Siendo:

T = transmisibilidad (m³/min.m) 489,39 m³/día.m/1.440 min/día = 0.3398

S = coeficiente de almacenamiento 5,51 x 10⁻³

to = tiempo de bombeo (min) variable de cálculo

r = radio de acción (m) 100 m

$$r = (2,25 T/S)^{1/2} \times \text{to}^{1/2}$$

$$r = (2,25 \times 0,3398 / 5,51 \times 10^{-3})^{1/2} \times (\text{to})^{1/2} = 11,78 \text{ to}^{1/2}$$

$$\text{Si } r = 100 \text{ m. esto } \text{to} = (100/11,78)^2 = 72,06 \text{ min.}$$

Por lo tanto adoptamos como tiempo de bombeo continuo 60 min. (1 h.), lo que resultará un radio de acción de 91,94 m.



7.5.2. Recuperación del nivel de agua

La teoría hidráulica de los pozos y del comportamiento de un acuífero, describe el cambio de nivel del agua durante el período de recuperación, como el resultado del efecto de un pozo imaginario de recarga. Si un pozo inyecta agua dentro del acuífero al mismo caudal que se extrae, ambos operando simultáneamente, después de un determinado tiempo de funcionamiento, describirán curvas similares de recuperación y de abatimiento.

Por lo tanto podemos definir la recuperación como el ascenso del nivel del agua debido al pozo imaginario de recarga; que viene a ser la distancia vertical comprendida entre la prolongación de la curva tiempo-abatimiento y la que representa los niveles del agua durante el período de recuperación. Dicho de otra manera, la recuperación a la hora de haber cesado el bombeo, sería igual al abatimiento que se manifestaría a la hora de haberse iniciado el bombeo.

Considerando la necesidad de recuperación del abatimiento residual de los pozos se han programado períodos de descanso de bombeo, en intervalos secuenciados de hasta 3 veces el tiempo de extracción. Luego de transcurrir un largo período de recuperación, el nivel del agua del acuífero retorna a su nivel estático original con un valor de abatimiento residual que se aproxima a cero.

La consolidación de estos conceptos quedará condicionada al estudio de las curvas de abatimiento residual, que serán obtenidas de pruebas reales en el lugar específico de la construcción de los pozos de captación, los que serán sometidos a los estudios necesarios para corroborar estos fundamentos teóricos.

7.5.3. Rendimiento de los pozos y número de pozos necesarios

Los valores determinados para el diseño han sido considerados de acuerdo a un régimen de bombeo no superior a los 18 m³/hora, y no más de 12 horas diarias de bombeo, por lo que la provisión de agua por pozo no superará los 200 m³/día.

De acuerdo al modelo de demanda nuestra población a servir es de 82628 hab por lo tanto nuestro número de pozos necesarios será:

$$16856 \text{ m}^3 / 180 \text{ m}^3 = 94 \text{ pozos}$$

De los cuales existen 13 en la actualidad por lo tanto el número de perforaciones a realizar es de 81.

Ver plano adjunto de la zona de extracción y las perforaciones a ejecutar.

7.5.4. Diseño de las perforaciones

De acuerdo a los parámetros determinados por el estudio realizado por **La Compañía de Estudios de Agua**, se considera que la profundidad máxima recomendada para las perforaciones definitivas no deben superar los 45 m.

A los efectos de evitar captar el perfil del acuífero que contiene agua de percolación, por considerar que la misma no se encuentra en condiciones bacteriológicas adecuadas, se procederá a la colocación de una aislación de 315 mm, hasta la profundidad de 18 m, zona donde se considera, conforme a la clasificación química de las aguas, la interfase entre el agua de percolación y la semiconfinada del pampeano.

El área filtrante necesaria para la captación del caudal de extracción fijado se calculará adoptando una velocidad de entrada de agua a la perforación de **1 cm/segundo**, a los efectos de mantener un margen de seguridad de régimen laminar.

$$\text{Área filtrante necesaria} = Q/v = (16856) / (0,010 \times 3600) = 0,47 \text{ m}^2$$

Siendo:

Q = Caudal (l/seg.)

v = velocidad (m/seg.)

De acuerdo a los estudios granulométricos realizados sobre el material de extracción del acuífero se determinó un tamaño efectivo de partícula de 0,89 mm. Por lo tanto corresponde una malla filtrante con abertura de 0,5 mm. y engravado en 1 mm.

Por lo que el área de rejilla que equivale a una superficie libre de 0,55 m² será:

$$\text{Área de rejilla} = 0,47 \text{ m}^2 / 0,16 = 2,937 \text{ m}^2 \text{ área filtrante total}$$



Calculo del diámetro necesario

$$\text{Diam.} = \text{Área filtrante} / \pi * \text{longitud} = 2.937 / 3.14 * 15\text{m} =$$

$$\text{Diam.} = 0.062 \text{ m} \text{ ----- debería adoptar } 3''$$

Estableciendo la longitud de los filtros en función del espesor del acuífero aprovechable de 25 m., el porcentaje apropiado para captar es del 60%, por lo tanto si adoptamos 15 m. de longitud para la rejilla de extracción cumplimos con ambos requerimientos.

Estandarizaremos la perforación en un diámetro de 320 mm. adoptando filtro y porta - filtro de 160 mm.

Se adopta filtro modelo de la empresa Tigre Argentina DN 100, clase S e= 5 mm, con el revestimiento correspondiente. El caudal es de 2 m³/h por m de filtro.

Se tomaran para la ejecución del pozo todos los productos de la empresa Tigre Argentina.

• Diámetro de la perforación	320 mm.
• Profundidad total	35 m.
• Cañería de aislación de 300 mm	18 m.
• Cañería porta – filtro de 150 mm	28 m.
• Cupla de unión de 150 mm	1 m.
• Filtro de ranura continua de 150 mm	15 m.
• Tapa de 150 mm	1m.
• Engravado, granulometría promedio	1 mm.

7.5.5. Frecuencia de bombeo

La captación admite la construcción de pozos construidos de acuerdo a las características antes mencionadas los que tendrán una secuencia de una hora de bombeo continuo alternada con una hora de descanso para recuperación del acuífero

De acuerdo a los estudios geoelectricos y geofisicos que deberán corroborar los parámetros de cálculo se confirmará o reverá este diseño.

La disposición de los pozos se hará de manera de instalar la mayor cantidad de ellos en el predio adjunto, y se completará la batería instalando las perforaciones a lo largo de calles adyacentes analizando el tema de energía eléctrica por lo tanto nuestros pozos estarán en concordancia con la red eléctrica de nuestra ciudad en la zona analizada para la extracción de agua.

7.5.6. Equipamiento (Ver detalle de bombas en anexo pagina 11)

Cada perforación estará equipada con bombas de extracción de las siguientes características:

Tipo: sumergible

Marca: GRUNDFOS

Modelo: SP-30-6

Potencia nominal: 4 Kw.

La bomba se colocara a una profundidad de 26 m.

En todos los casos la tubería será marca Tigre línea Geotigre para agua potable. Los diámetros están calculados de manera tal de asegurar una pérdida de carga no superior a los 3 mca y Qn de 30 m³/h. Los materiales constructivos de la tubería y su diseño cumplen Normas IRAM 13.350, 13.351 y 13.352, se detallan en el plano de perforaciones. La cantidad de perforaciones corresponden a 94. Por lo tanto se necesitaran 81 bombas del tipo seleccionado para abastecer la demanda de agua necesaria.

Conclusión: de acuerdo al análisis de perdida de carga por tramo, me conviene adoptar un diámetro Mayor al necesario, es decir estoy sobredimensionando el tramo, con una inversión inicial mayor pero a largo plazo voy a tener menor costo de energía para desplazar el caudal necesario.

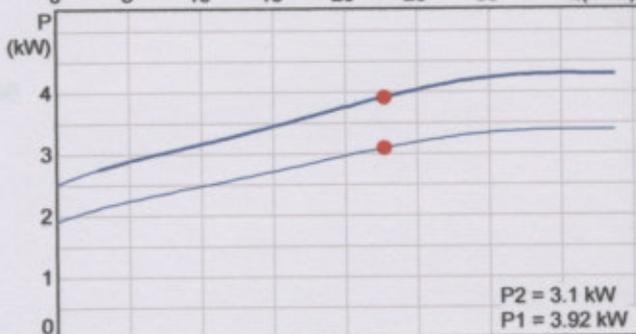
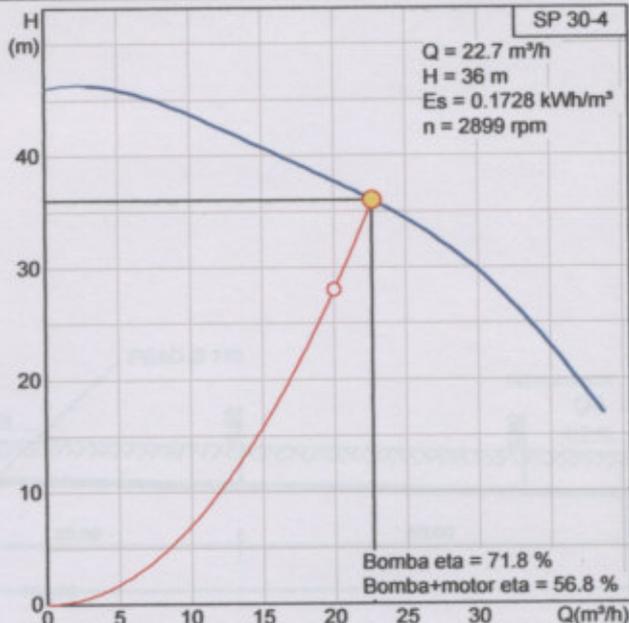
Las bombas bajo este concepto fueron adoptadas con la menor potencia necesaria ya que compenso el recorrido con el diámetro de la cañería.



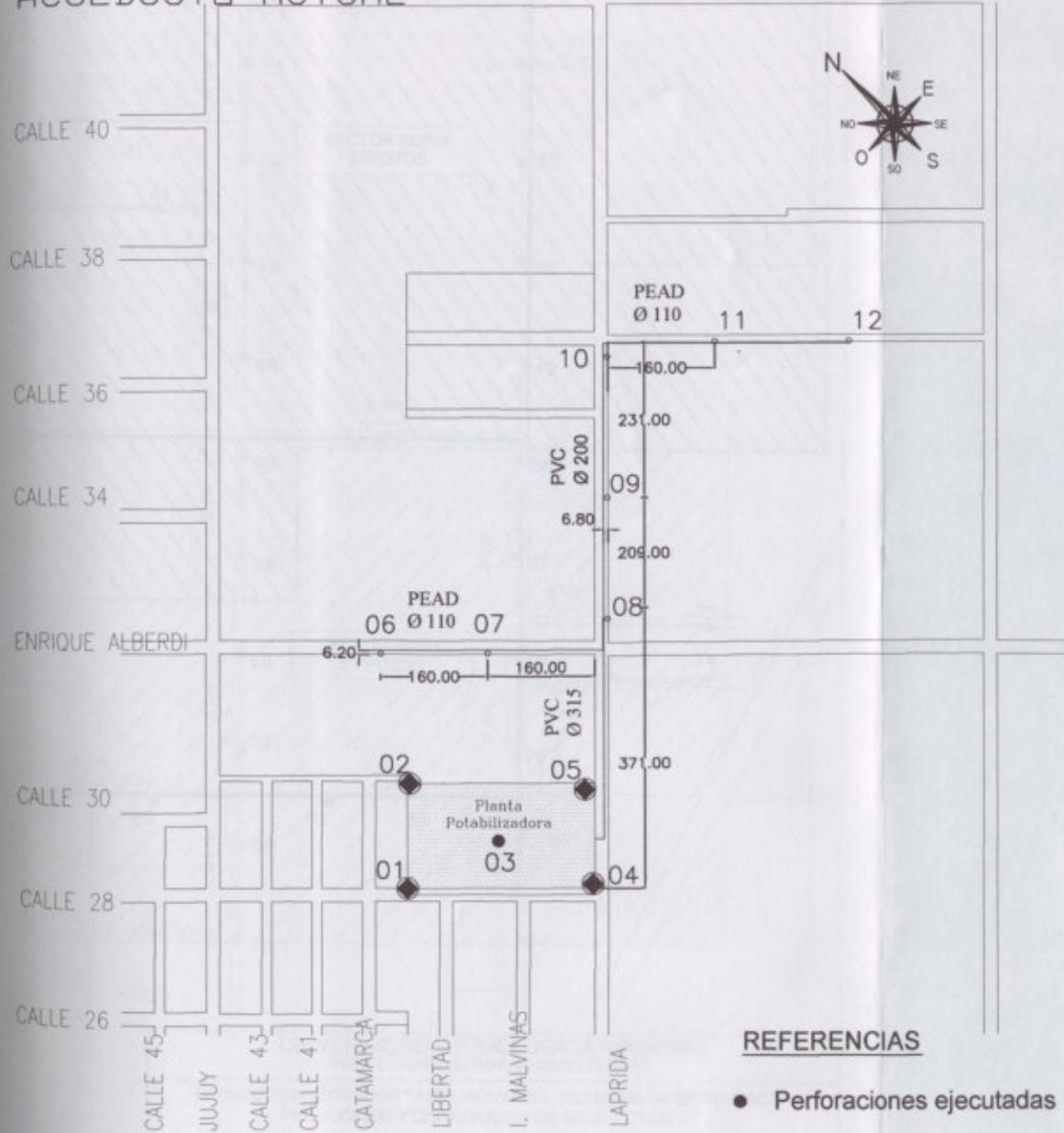
PLANILLA BOMBAS ACUEDUCTO DE CAPTACION

TRAMO	LON.	Q (m ³ /h)	DIAM.	PERDIDA DE CARGA EN m	BOMBA ADOPTADA
1-2-3-4	600	72	160	0,5	SP 30-4
19-26-34-44	960	144	200	0,5	SP 30-4
60-59	400	36	110	0,6	SP 30-4
75-76	400	36	110	0,6	SP 30-4
68-50	400	90	110	0,3	SP 30-4
50	250	252	200	0,3	SP 30-4
05, 06	200	36	110	0,3	SP 30-4
20-27-35-45	1000	108	200	0,3	SP 30-4
51	200	378	250	0,2	SP 30-4
07,08,09	400	36	110	0,6	SP 30-4
21-28-36-46	1100	90	200	0,3	SP 30-4
52-53	500	540	315	0,6	SP 30-4
91	200	18	110	0,1	SP 30-4
92	200	18	110	0,1	SP 30-4
79-80-81-82-83	1000	126	200	0,4	SP 30-4
71-72	400	36	110	0,6	SP 30-4
73-74	400	36	110	0,6	SP 30-4
58-67	400	36	110	0,6	SP 30-4
89-94	200	36	110	0,6	SP 30-4
70-79-87-88	600	216	250	0,2	SP 30-4
69-78	300	36	110	0,5	SP 30-4
90-93	300	36	110	0,5	SP 30-4
89-94	400	36	110	0,6	SP 30-4
90-93	400	36	110	0,6	SP 30-4
84-85-86-67-65	1000	540	315	0,5	SP 30-4
16-17-18	600	54	160	0,3	SP 30-4
25	200	18	110	0,3	SP 30-4
24-33-43-49	800	108	200	0,3	SP 30-4
56-66	200	36	110	0,3	SP 30-4
57	600	126	200	0,3	SP 30-4
55	600	180	200	0,3	SP 30-4
10-11-12-13-14-15	1100	108	200	0,4	SP 30-4
23	200	18	110	0,3	SP 30-4
32-42-48	500	54	160	0,2	SP 30-4
31	600	90	200	0,1	SP 30-4
40-41	400	36	110	0,6	SP 30-4
29	200	18	110	0,3	SP 30-4
38	200	18	110	0,3	SP 30-4
37	200	18	110	0,3	SP 30-4
30-39-47-54	700	378	200	0,6	SP 30-4

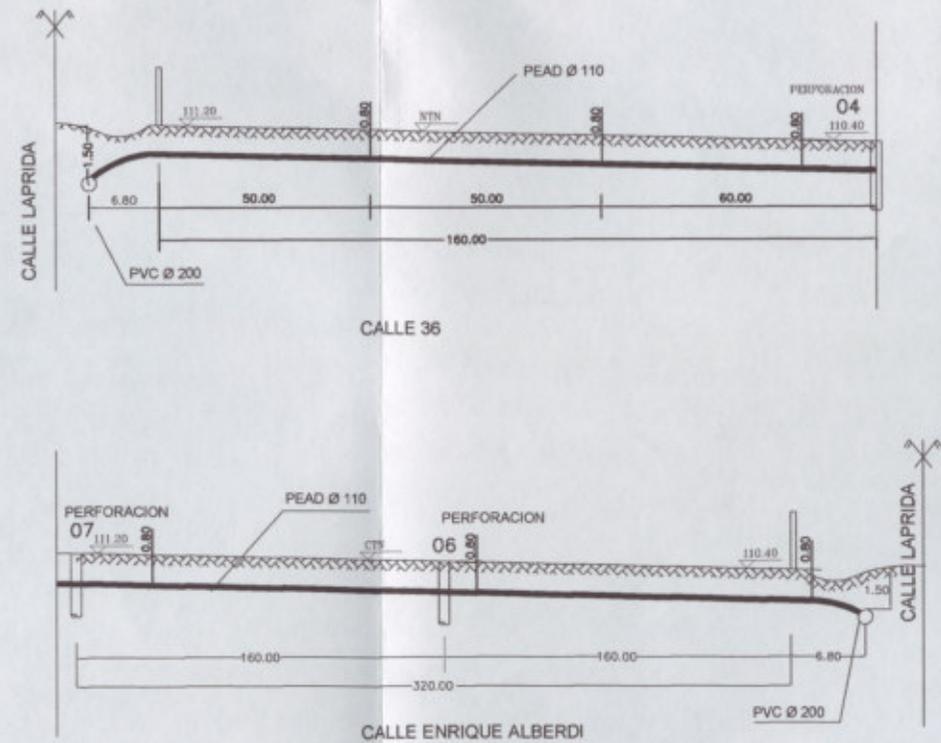
Descripción	Valor
Modelo:	SP 30-4
Código:	13A01004
Número EAN:	5700390380823
Líquido:	
Temp. max. líquido a 0.15 m/sec:	40 °C
Datos técnicos:	
Velocidad de bomba:	2900 rpm
Caudal nominal:	30 m³/h
Altura nominal:	30 m
Tipo de cierre de motor:	HMCER
Materiales:	
Material, bomba:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Material, impulsor:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Material, motor:	Acero inox. 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Instalación:	
Salida bomba, tamaño:	Rp 3
Diámetro del motor:	4 inch
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	MS4000
Potencia de entrada velocidad 1-2-3:	
Potencia nominal (P2):	4 kW
Frecuencia red:	50 Hz
Tipo de arranque:	directo
Corriente nominal:	17,4-17,6 A
Corriente de arranque en velocidad 1-2-3:	
Cos phi - factor de potencia:	0,80-0,77
Velocidad nominal:	2865-2875 rpm
Grado de protección (IEC 34-5):	IP58
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Sensor de temp. integrado:	no
Otros:	
Peso neto:	31 kg
Peso bruto:	32 kg
Volumen:	0.03 m³



ACUEDUCTO ACTUAL



DET.1



REFERENCIAS

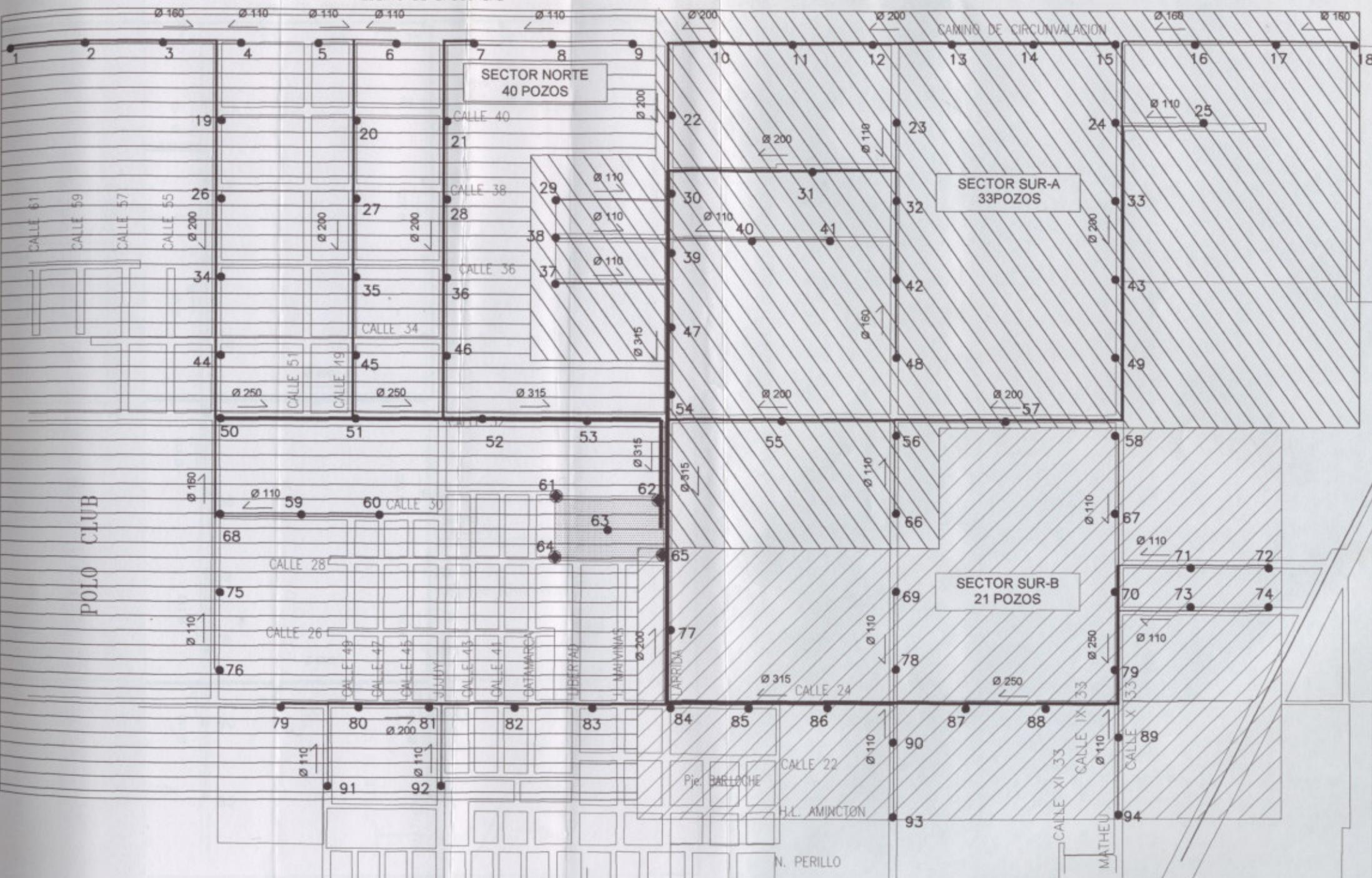
- Perforaciones ejecutadas



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO		
PROYECTO INTEGRADOR " AMPLIACION DEL SISTMEMA DE EXTRACCION, PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."		
ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC.1:100
PLANO	ACUEDUCTO DE CAPTACION ACTUAL	AC 01

ZONAS ACUEDUCTO

ALBERTO DE BROUCKERE



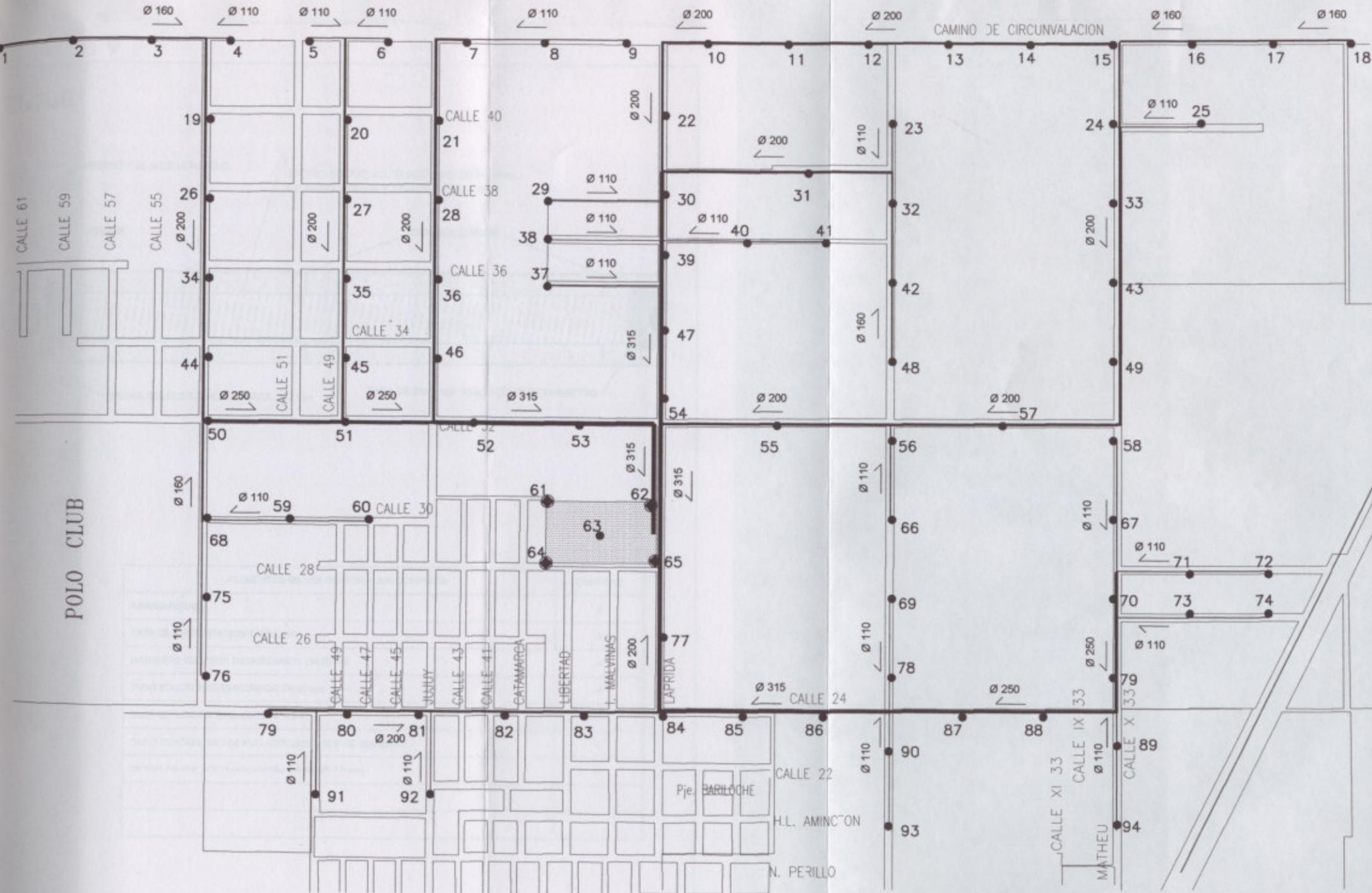
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR " AMPLIACION DEL SISTEMMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC.1:100
PLANO	ZONAS ACUEDUCTO DE CAPTACION	AC 02

ACUEDUCTO FUTURO

ALBERTO DE BROUCKERE



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR "AMPLIACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE"

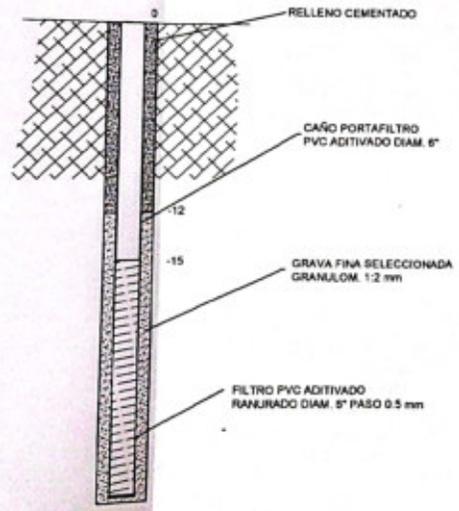
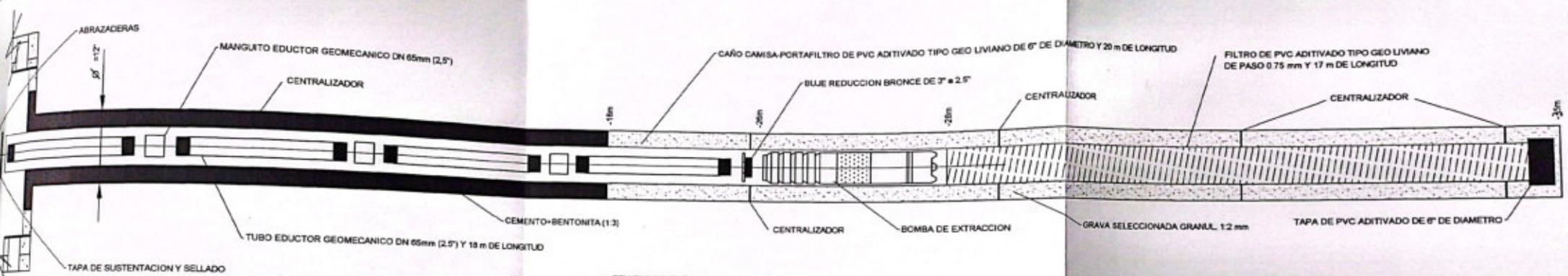
NOMBRE	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA:	10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESCALA:	1:100
PLANO	ENTUBADO Y PERFORACION	EP-01	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR "AMPLIACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA:	10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESCALA:	1:100
PLANO	ACUEDUCTO DE CAPTACION FUTURO	AC 03	

ENTUBADO Y PERFORACION

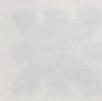


ELEMENTOS DE UNA PERFORACION COMPLETA	CANTIDAD
ABRAZADERAS	2
TAPA DE SUSTENTACION Y SELLADO	1
MANGUITO EDUCTOR GEOMECANICO DN 65 mm	4
TUBO EDUCTOR GEOMECANICO DN 65 mm	4
BIJUE REDUCCION BRONCE DE 3" x 2.5"	1
CAÑO PORTAFILTRO DE PVC ADITIVADO DE 6" DE DIAMETRO	5
FILTRO DE PVC ADITIVADO TIPO GEO LIVIANO DE PASO 0.75 mm	1

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR " AMPLIACION DEL SISTMEMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	S/ESC:
PLANO	ENTUBADO Y PERFORACION	EP 01



CAPÍTULO 8 TRATAMIENTO Y RESERVA

8.1. TRATAMIENTO INTEGRAL DE AGUAS – OSMOSIS INVERSA

La ósmosis es el fenómeno por el cual el disolvente de una solución pasa a través de una membrana impermeable mientras los otros componentes o solutos no pueden atravesarla.

Si hay agua pura a ambos lados de la membrana no existe flujo a través de ella porque el potencial osmótico es igual a ambos lados.

Si en uno de los lados se agregan sales formando una solución, el agua circulará al lado del agua pura hacia el de mayor concentración, buscando igualar los potenciales osmóticos por el efecto de la diferencia de presiones.

Allegará un momento en que se para el flujo. En este momento, la diferencia de altura entre las dos columnas líquidas corresponde a la presión osmótica de la solución. Si a continuación, sobre la columna más elevada se superpone una presión exterior, el agua circulará en sentido inverso al anterior. El flujo inverso creado a través de la membrana mediante la sobrepresión, hará aumentar el volumen de agua pura a expensas de la solución. A este último fenómeno se lo llama ósmosis inversa.

El transporte se realiza a través de los poros de la membrana, que debe tener unas características fisicoquímicas determinadas para permitir el paso selectivo del agua y rechazar los sales disueltas.

El flujo de agua se expresa matemáticamente por:

$$Q_a = k_a (P - p) S$$

Donde P es la sobrepresión impuesta, p es la presión osmótica y S la superficie de intercambio.

k_a es una constante característica de la membrana de que se trata.

Sin embargo, como la membrana no es perfectamente impermeable, la exclusión de la sal no es total y hay un pequeño flujo expresado por:

$$Q_s = k_s (C_1 - C_2) S$$

Donde C_1 y C_2 son las concentraciones de sales a ambos lados de la membrana.

k_s es nuevamente una constante característica de la membrana.

El flujo de agua se puede hacer aumentar incrementando la presión exterior aplicada, sin que esto represente mayor paso de sales. Por consiguiente, con mayor presión se obtiene una mayor cantidad de agua.

Sin embargo, la mayor presión significa un mayor costo de energía y el diseño de la instalación para conseguir y resistir esta mayor presión. Con el incremento de presión hay que considerar además que no se supera la carga superficial máxima. Para las aguas mieles se aplican presiones de 11 a 40 kg/cm^2 , y para el agua de mar, de 55 a 80 kg/cm^2 .

La carga superficial es un parámetro operativo muy importante. Se refiere al caudal por unidad de superficie y se mide en $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ (o litro).

Si se exceden los valores autorizados por el fabricante de membranas se incrementa la velocidad de ensuciamiento y el tiempo de limpieza más frecuentes se acortará la vida útil de la membrana, medida en unidades de tiempo (que suele ser una de las garantías de operación). Si las membranas no se limpian con la frecuencia debida, se los obtendrá con un deterioro relacionado de exponencialmente con la carga superficial.

La carga superficial excesiva crea, además, una alta concentración de sales hacia la membrana, conocida como polarización de la concentración, que puede provocar la precipitación de sales cuya solubilidad está sobrepasada, a pesar de que el valor medio de la concentración sea inferior.

La polarización de la concentración sobre la membrana hace que la presión sea mayor y demanda una mayor presión útil efectiva.

Otro parámetro importante es la recuperación, o conversión porcentual. Esto se define como:

$$C = 100 \times Q_p / Q_a$$

Donde Q_p y Q_a son, respectivamente, los caudales de agua producida y de agua alimentada.

Una recuperación del 60 % significa que cada 100 m^3 alimentados, 60 m^3 pasan agua y 40 m^3 se desechan.

La recuperación está limitada por el contenido de sales minerales. Si se excede el límite, el agua puede dejar atrás una solución residual denominada sobrecarga, formada en medida que el primer agua se

CAPITULO 8

TRATAMIENTO Y RESERVA



CAPITULO 8 TRATAMIENTO Y RESERVA

8.1. TRATAMIENTO INTEGRAL DE AGUAS – OSMOSIS INVERSA

La ósmosis es el fenómeno por el cual el disolvente de una solución pasa a través de una membrana semipermeable mientras los otros componentes o solutos no pueden atravesarla.

Si hay agua pura a ambos lados de la membrana no existe flujo a través de ella porque el potencial químico es igual a ambos lados.

Si en uno de los lados se agregan sales formando una solución, el agua circulará el lado del agua pura hacia el de mayor concentración, intentando igualar los potenciales químicos por el efecto de la diferencia de presiones.

Llegará un momento en que se pare el flujo. En este momento, la diferencia de altura entre las dos columnas líquidas corresponde a la presión osmótica de la solución. Si a continuación, sobre la columna más elevada se sobrepone una presión exterior, el agua circulará en sentido inverso al anterior. El flujo inverso creado a través de la membrana mediante la sobrepresión, hará aumentar el volumen de agua pura a expensas de la solución. A este último fenómeno se lo llama osmosis inversa.

El transporte se realiza a través de los poros de la membrana, que debe tener unas características fisicoquímicas determinadas para permitir el paso selectivo del agua y rechazar las sales disueltas.

El flujo de agua se expresa aproximadamente por:

$$Q_a = k_a (P - p) S$$

Donde P es la sobrepresión impuesta, p es la presión osmótica y S la superficie de intercambio.

K_a es una constante característica de la membrana de que se trate.

Sin embargo, como la membrana no es perfectamente semipermeable, la exclusión de la sal no es total y hay un pequeño flujo expresado por:

$$Q_s = K_s (C_1 - C_2) S$$

Donde C_1 y C_2 son las concentraciones de sales a ambos lados de la membrana.

K_s es nuevamente una constante característica de la membrana.

El flujo de agua se puede hacer aumentar incrementando la presión exterior aplicada, sin que esto represente mayor paso de sales. Por consiguiente, con mayor presión se obtiene una mayor calidad de agua.

Sin embargo, la mayor presión significa un mayor costo de energía y el diseño de la instalación para conseguir y resistir esta mayor presión. Con el incremento de presión hay que controlar además que no se supere la carga superficial máxima. Para las aguas salobres se aplican presiones de 15 a 40 kg/cm², y para el agua de mar, de 55 a 80 kg/cm².

La carga superficial es un parámetro operativo muy importante. Se refiere al caudal por unidad de superficie y se mide en m³/m² hr (o m/hr).

Si se exceden los valores autorizados por el fabricante de membranas se aumentará la velocidad de ensuciamiento y al necesitar limpiezas más frecuentes se acortará la vida útil de la membrana, medida en unidades de tiempo (que suele ser una de las garantías de operación). Si las membranas no se limpian con la frecuencia debida, se ira obstruyendo con un deterioro relacionado exponencialmente con la carga superficial.

La carga superficial excesiva crea, además, una sobre concentración de sales junto a la membrana, conocida como polarización de la concentración, que puede provocar la precipitación de sales cuya solubilidad está sobrepasada, a pesar de que el valor medio de la concentración sea inferior.

La polarización de la concentración sobre la membrana hace que la presión sea mayor y demanda una mayor presión útil exterior.

Otro parámetro importante es la recuperación, o conversión porcentual. Esta se define como:

$$C = 100 \times Q_p / Q_a$$

Donde Q_p y Q_a son, respectivamente, los caudales de agua producto y de agua alimentada.

Una recuperación del 60 % significa que cada 100 m³ alimentados, 60 m³ pasan como producto y 40 m³ van al rechazo.

La recuperación está limitada por el contenido de sales incrustantes del agua. Una recuperación, excesiva puede dejar atrás una solución rechazo demasiado sobrecargada, teniendo en cuenta que el punto crítico se



halla en el extremo de salida del rechazo, que es donde alcanza la máxima concentración. Además debe quedar un caudal de descarga del rechazo suficiente para arrastrar la materia coloidal que pueda haber sin llegar a acumularse sobre las membranas.

Cuando se desean recuperaciones muy altas, deben disponerse las membranas en serie de forma que el rechazo del primer grupo de membranas pase a tratamiento a un segundo grupo en serie, y a un tercero si hace falta.

Con una buena combinación de la disposición pueden optimizarse la calidad y recuperación de agua.

Se define el rechazo de sales como:

$$R = 100 (Ca - Cp / Ca)$$

Donde Ca y Cp son, respectivamente, las concentraciones de una sal en las corrientes de alimentación y de producto.

Para un cierto tipo de membranas en espiral de acetato de celulosa, operando a 28 kg/cm², los rechazos son:

NaCl 96 %

Na NO₃ 93.3 %

Ca Cl₂ 98.8 %

AlCl₃ 99.2 %

NaSO₄ 99.3 %

SiO₂ 92.3 %

CO₂ 0%

Es interesante ver que el rechazo para las distintas sales crece con la carga de los iones (SO₄ => Cl); Al³⁺>Ca⁺⁺>Na⁺).

Los compuestos poco ionizados, ácidos, beses débiles, son poco o nada rechazados.

Los gases no son rechazados y atraviesan la membrana. Los compuestos orgánicos de bajo peso molecular y no polarizados tienden a pasar; con peso molecular inferior a 200 casi todos pasan, pero el rechazo aumenta con el peso molecular, y las formas polimerizadas, que forman complejos, son rechazados. También se rechazan las bacterias y virus. En las membranas comerciales el paso de agua y de sales aumenta con la temperatura.

Los valores estándar se suelen indicar a una temperatura de 25 grados centígrados y las condiciones deben ajustarse a la temperatura real.

Un solo grado centígrado puede representar un aumento de caudal de hasta un 2 a 3 %.

Se usan 2 tipos básicos de membranas y dos tipos básicos de material para su fabricación.

Las membranas de acetato de celulosa resisten los productos oxidantes y se usan con aguas cloradas, pero hay que controlar el Ph del agua para evitar su hidrólisis que limita su vida útil, y además se degradarían por el ataque microbiano justamente impedido por la cloración.

Las membranas de poliamida resisten variaciones de ph pero son sensibles a la degradación por el cloro residual.

Ambas se complementan en sus aplicaciones.

Las membranas pueden configurarse en forma tubular, con tubos de muy pequeño tamaño, o con un montaje en arrollamiento en espiral. Las membranas tubulares permiten empaquetamientos mayores de superficie por unidad de volumen, pero sufren mas severamente el efecto del ensuciamiento que en los arrollamientos en espiral, por las mejores condiciones hidráulicas de operaciones de éstas últimas.

8.2. COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE SISTEMAS DE OSMOSIS INVERSA E INTERCAMBIO IÓNICO

La primera de las posibilidades para lograr agua de elevada pureza es por medio de lechos de intercambio iónico, este sistema cuenta de tres tanques, el primero de ellos contiene una resina (catiónica fuerte) capaz de retener la mayoría de los iones de carga positiva, en el segundo tanque se encuentra otra resina (aniónica fuerte) la cual retiene la mayoría de los aniones, por último se encuentra el tercer tanque que contiene los dos tipos de resinas mezcladas, este tanque tiene la función de capturar los iones que no hayan sido retenidos en las primeras dos columnas de intercambio. Este sistema produce agua de excelente pureza (hasta 0.18 Ms/cm), teniendo como ventaja que los costos de bombeo no son muy elevados. Sus desventajas principales son el costo de regeneración (fuertemente dependiente del agua a tratar) y el manejo de químicos peligrosos



(ácidos y álcalis fuertes).

La segunda opción el proceso de ósmosis inversa. Se conoce como ósmosis inversa al proceso de separación por membrana que es capaz de retener sustancias disueltas en un solvente, generalmente agua.

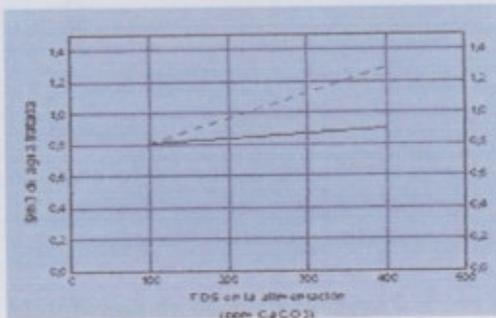
Estas sustancias pueden ser orgánicas con tamaños menores de 0.001 μm .

La retención de sustancias orgánicas está en relación con su peso molecular, geometría y otros factores, capaz de remover entre el 90 % y el 99 % de los compuestos disueltos. Para producir agua de alta pureza se pueden combinar dos equipos de ósmosis inversa en serie pudiendo con estos alcanzar conductividades de hasta 0.18 ms/cm, con la ventaja de trabajar en forma continua y con un costo fijo menor al de intercambio iónico como muestra el gráfico.

La tercera posibilidad combina los puntos sobresalientes de los 2 equipos anteriores, el fuído de proceso es tratado por ósmosis inversa, eliminando la mayor parte de los iones, luego este pasa por un lecho mixto de intercambio, actuando como purificador.

El este caso se justifica el uso del intercambio iónico debido a que el agua que trata tiene una muy baja cantidad de sales, aumentando así la autonomía por regeneración de la resina, y disminuyendo los costos de los regenerantes.

Como se puede apreciar extrapolando en el gráfico a mayor TDS, mayor es la diferencia entre el sistema de intercambio iónico y el de ósmosis inversa.



8.3. OSMOSIS INVERSA

Se conoce como ósmosis inversa (OI) al proceso de separación por membrana que es capaz de rechazar contaminantes tan pequeños como 0.0001 mm. La ósmosis inversa OI es el nivel más fino de filtración posible, puede describirse como un proceso de difusión controlada en que la diferencia de masa de iones a través de la membrana está controlada por difusión. Consecuentemente, este proceso puede llevar a la remoción de sales, durezas, patógenos, turbidez, compuestos orgánicos sintéticos, pesticidas, y la mayoría de los contaminantes del agua potable conocidos hoy en día.

El rechazo de sales disueltas de una membrana de OI se encuentra entre el 95 y 99.9 %.

El campo de aplicaciones de esta tecnología es muy amplio, siendo las más comunes:

- Industria farmacéutica
- Industria electrónica
- Industria de la alimentación y bebida
- Industria química
- Industria agrícola-ganadera
- Laboratorios y cosmética
- Hemodiálisis
- Tratamientos de agua para generadores de vapor
- Tratamientos de agua para procesos industriales
- Torres de enfriamiento
- Agua destilada, bidestilada y tridestilada
- Agua para inyectables
- Producción de hielo
- Potabilización de aguas
- Desalinización de agua de mar

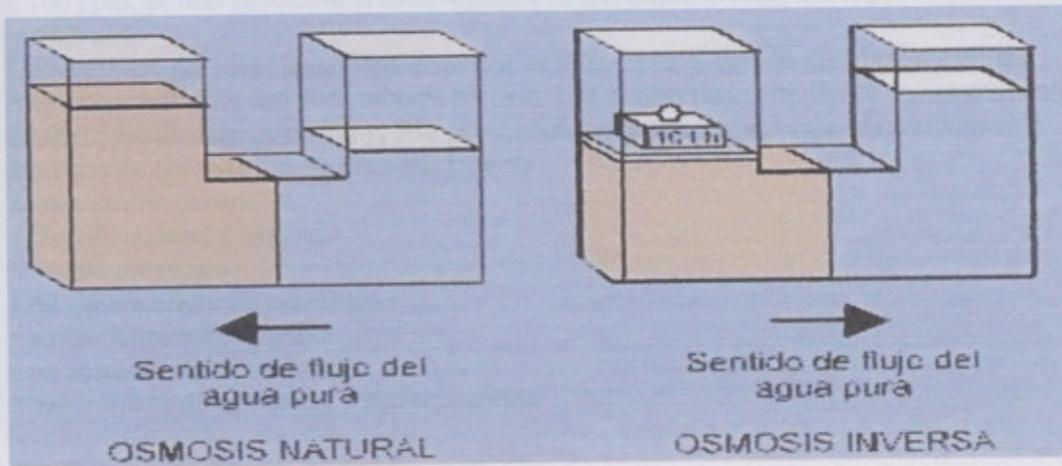


- Recuperación de aguas de desecho

8.4. TEORIA DE OSMOSIS INVERSA

Cuando una solución de sales es separada de un agua desmineralizada mediante una membrana semipermeable, la mayor presión osmótica de la solución de sales produce un flujo de agua desde el compartimiento de agua desmineralizada. El agua fluirá y diluirá la solución concentrada hasta que se equilibre la presión osmótica con la presión hidráulica de la columna de agua, fig. 1. Si ahora, se aplica presión en este lado, es posible hacer fluir el agua en la dirección inversa, concentrando nuevamente esta solución, aún hasta niveles de concentración mayores a los iniciales. Este proceso se define como OI.

Fenómeno de ósmosis y ósmosis inversa.



Membrana de ósmosis inversa

Las membranas de OI se clasifican de acuerdo con la morfología de su sección transversal en asimétricas y de película delgada compuesta.

Las membranas asimétricas fueron desarrolladas en 1962 y emplean polímeros de acetato de celulosa y poliamidas aromáticas. Estas membranas tienen una capa densa y delgada para rechazar sales y una capa gruesa de soporte poroso, ambas del mismo material.

Ventajas

- bajo costo
- resistencia al cloro

Desventajas

- presentan hidrólisis por ácidos y bases
- tienen un rechazo marginal de sales
- temperatura máxima de operación 30 °C
- Son biodegradables

Las membranas de película delgada compuesta tienen una capa de barrera delgada superior y una sub-capa porosa de material diferente. La capa de barrera puede ser seleccionada para proveer alto rechazo de sales y alto flujo de permeado y la sub-capa puede ser optimizada en porosidad, fortaleza, y resistencia a la compactación.

Estas son las más usadas comercialmente en las aplicaciones de tratamiento de agua, y las encontraremos mayormente en las 2 configuraciones más conocidas, fibra hueca y enrollada en espiral, siendo estas últimas las de mejor desempeño y mejor relación costo-beneficio.

Clases de contaminantes

- iones
- no iones
- partículas
- compuestos orgánicos



• gases

Dependiendo de la aplicación es necesario remover alguno de ellos. El sistema de tratamiento dependerá de la calidad de agua tratada requerida y de la clase y concentración de especies en el agua de alimentación. Además del tamaño de lo que se quiere remover, es importante conocer su concentración en la alimentación, así como, el máximo permitido en el agua tratada.

La concentración de impurezas en el agua de alimentación depende del tipo de fuente de agua tratada, ya sea agua de mar, agua de pozo, agua superficial, agua recuperada.

Normalmente el agua de mar puede tener hasta 50.000 ppm de sólidos disueltos. Las otras fuentes de agua varían su concentración dependiendo del lugar de la fuente y de la época del año.

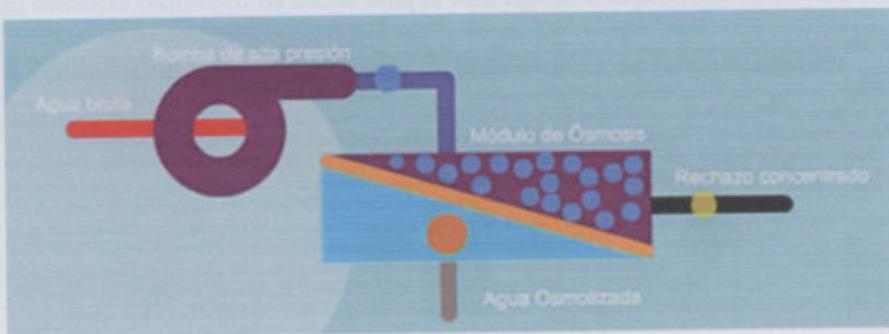
Si comparamos los sistemas de OI e Intercambio Iónico II, para un análisis costo beneficio, encontraremos nuestro punto de equilibrio en las 100 ppm. Es decir, para aguas de alimentación con contenido salino menor a 100 ppm, es más favorable la tecnología de II, quedando el resto del espectro para los sistemas de membrana.

Dependiendo del nivel de sólidos disueltos se selecciona el tipo de membrana a utilizar. Cada tipo de membrana trabaja a una determinada presión. Los rangos de operación se encuentran entre los 50 ppm y 50.000 ppm de concentración y, 300 psi y 1000 psi la presión aplicada respectivamente.

Ventajas de los sistemas de Osmosis Inversa

- agua de alta pureza
- fácil de instalar y expandir
- simple operación
- no genera efluentes agresivos
- ambientalmente amigable
- no requiere regeneraciones
- bajos costos de operación y mantenimiento

Diagrama tecnológico



La figura muestra en forma simplificada un equipo de OI. Aplicando presión a la corriente de alimentación se producen dentro de la membrana dos corrientes de flujo continuo: permeado y concentrado. La corriente de concentrado, de mayor contenido de sales es descartada, o en algunos casos utilizada para agua de servicio, en tanto que el permeado se constituye en el producto de proceso, agua prácticamente libre de sales u otro tipo de compuestos.

El flujo de permeado es proporcional a la presión aplicada menos el diferencial de presión osmótica, mientras que el flujo de sales es función de la diferencia de concentraciones de los sólidos disueltos a través de la membrana.

El flujo de permeado depende, además de la presión aplicada, de la temperatura del agua de alimentación. A mayor temperatura mayor será el caudal de permeado.

**8.5. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE OSMOSIS INVERSA
PRETRATAMIENTO**

Una bomba auxiliar es la encargada de vencer la caída de presión en los filtros y proveer la presión adecuada en la entrada de la bomba de alta presión. La cadena de filtros micrónicos, prefiltro final de 5 mm,



remueve todas las partículas gruesas para evitar su ensuciamiento prematuro de las membranas, mientras que un manómetro aguas arriba y otro aguas abajo permite monitorear la caída de presión en los filtros para determinar el momento del recambio.

La electroválvula de entrada aísla hidráulicamente las membranas de OI cuando el equipo se encuentra fuera de operación. Debido a que los sistemas de membranas concentran sales por encima de su límite de solubilidad, es necesario, en la mayoría de los casos, la dosificación de anticrustantes para evitar depósitos de sales poco solubles sobre las membranas.

OSMOSIS INVERSA

Básicamente los sistemas de membranas están compuestos por una bomba de alta presión, un arreglo de membranas, y un juego de válvulas de regulación. La cantidad de membranas y la configuración adoptada se determina en base al caudal a tratar por medio de un programa de simulación provisto por el fabricante de membranas.

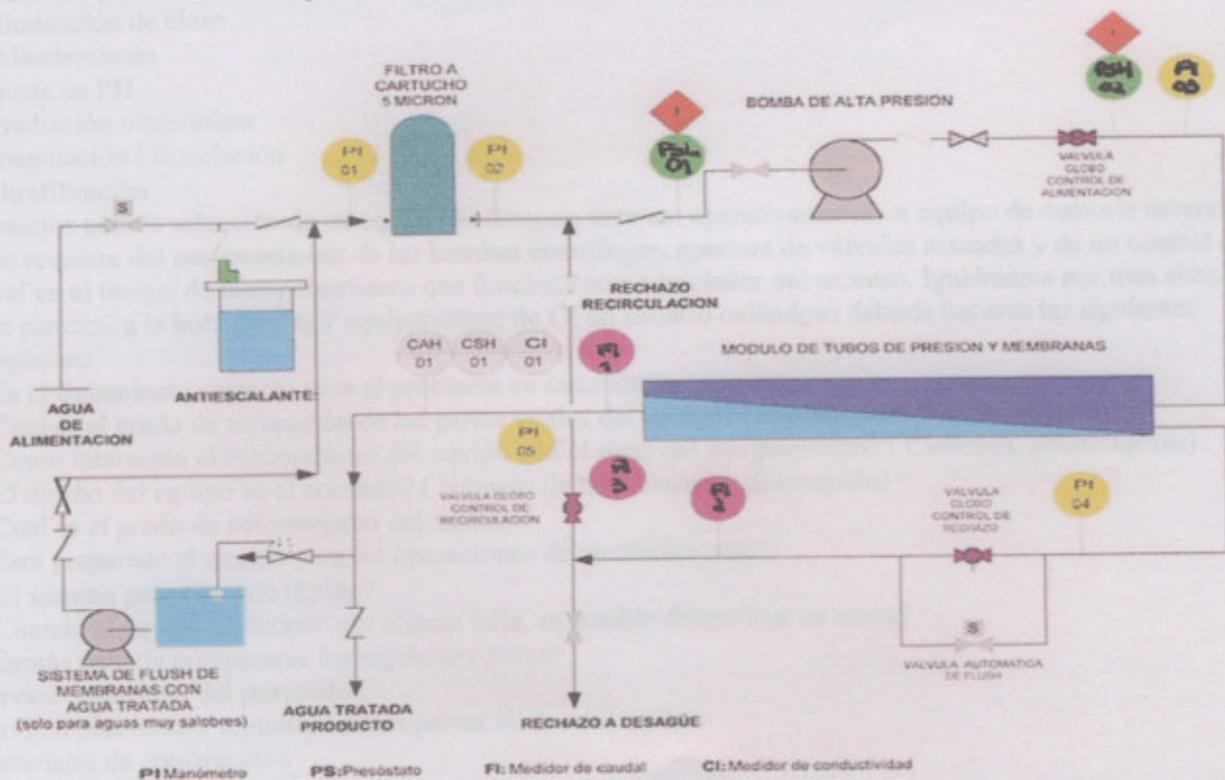
Los datos a considerar son: caudal a tratar, calidad del agua de alimentación, temperatura y calidad deseada en el producto. A partir de la simulación se determina el punto apropiado de operación del sistema. Es de gran importancia que estos parámetros de diseño se cumplan, ya que de esta forma el fabricante asegura el buen funcionamiento del equipo. Nuestra firma requiere de nuestros clientes, como política de seguimiento preventivo, la remisión de estos datos para que nuestro Departamento Técnico supervise el funcionamiento del sistema, dando las indicaciones correspondientes en caso de algún desvío.

ALMACENAMIENTO

Un sistema de OI opera a caudal constante. Debido a que éstos pueden funcionar las 24 hs del día, en casos donde el requerimiento de agua sea de menor tiempo, se podría almacenar agua en una cisterna durante las horas del día donde no haya consumo de agua y luego consumir a mayor caudal que el de producción del equipo.

El dimensionamiento de dicho tanque está ligado a la producción del sistema y el consumo requerido.

A continuación vemos un esquema de tratamiento y su funcionamiento:





8.6. DISEÑO DE UN SISTEMA DE OSMOSIS INVERSA

Los módulos de OI suelen acoplarse en paralelo o en serie en función de los caudales y las características del agua a tratar. El concentrado se distribuye en paralelo en cada etapa del arreglo y pasa de un arreglo a otro mientras que el permeado es colectado en forma simultánea de cada elemento o carcasa conformando una única corriente de producto.

Según la cantidad de etapas y las concentraciones de iones pueden lograrse aprovechamientos de agua entre el 15 y el 80 % para un primer paso.

En algunos casos es posible reducir el número de elementos o etapas requeridas recirculando parte del concentrado. Una vez diseñado quedarán definidas todas las variables de operación: caudales, caídas de presión en cada etapa, características químicas de cada corriente, etc.

8.7. TRATAMIENTO QUÍMICO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN

El problema más crítico a enfrentar en la operación de un sistema de OI es la posibilidad de ensuciamiento. Entre las sustancias que provocan el ensuciamiento podemos encontrar:

- hidróxidos metálicos
- coloides y partículas
- sustancias orgánicas y biológicas
- precipitado de sales poco solubles

Los procedimientos de limpieza química son efectivos, pero dicha limpieza no debería transformarse en sustituto de un pretratamiento adecuado. Los limpiadores no son generalmente efectivos en un 100 % e incluso algunos podrían afectar el rechazo de sales de la membrana. Con un adecuado pretratamiento, un equipo de OI, no debería ser limpiado más de una vez al año y la vida de las membranas debería ser de 5 años.

Cualquiera sea el tipo de ensuciamiento se verán incrementos en la presión diferencial de cada arreglo en la conductividad del agua tratada.

El pretratamiento puede incluir algunas de las siguientes etapas:

- filtración multimedia
- filtración por cartucho
- eliminación de cloro
- ablandamiento
- ajuste de PH
- irradiación ultravioleta
- coagulación / floculación
- ultrafiltración

Consejos para la selección de un equipo de ósmosis inversa: operativamente un equipo de ósmosis inversa solo requiere del accionamiento de las bombas centrífugas, apertura de válvulas actuadas y de un control de nivel en el tanque de almacenamiento que funciona como iniciador del proceso. Igualmente por mas simple que parezca, a la hora de elegir equipamiento de OI un usuario cuidadoso debería hacerse las siguientes preguntas:

- ¿ Es el tratamiento correcto para el problema en cuestión?
- ¿ Cual es el grado de protección de las partes vitales del equipo? (Bombas, membranas, filtros)
- ¿ Como interactúa el automatismo del equipo con el resto del equipamiento? (Cisternas, ablandadores)
- ¿ El diseño del equipo es el correcto? (Número de membranas y disposición)
- ¿ Cual es el grado de automatismo del sistema?
- ¿ Está preparado el equipo para las operaciones de mantenimiento?
- ¿ El sistema posee lavado rápido?
- ¿ Cuando el equipo se detiene por alguna falla, es posible determinar su causa?

Además debería compararse los siguientes ítems:

- servicio postventa del proveedor
- servicio postventa y repuestos de las partes vitales del equipo
- materiales de construcción
- dimensiones del equipo



concepción del equipo
garantía

capacitación y perfeccionamiento continuo

La Osmosis Inversa está basada en la búsqueda fundamental del equilibrio. Si dos fluidos que contienen diferente concentración de sólidos disueltos son puestos en contacto, éstos se mezclarán hasta la concentración se uniformice. Cuando estos dos fluidos están separados por una membrana semi-permeable (que deja pasar el fluido y no los sólidos disueltos), un fluido que contenga una menor concentración se moverá a través de la membrana hacia el fluido que contenga una mayor concentración de sólidos disueltos. Después de un tiempo el nivel de agua será mayor a uno de los lados de la membrana. La diferencia en altura se denomina presión osmótica.

Aplicando en la columna del fluido una presión superior a la presión osmótica, obtendremos el efecto inverso. Los fluidos son presionados de vuelta a través de la membrana, mientras que los sólidos disueltos permanecen en la columna.

Usando esta técnica, se elimina la mayor parte del contenido de sales en el agua.

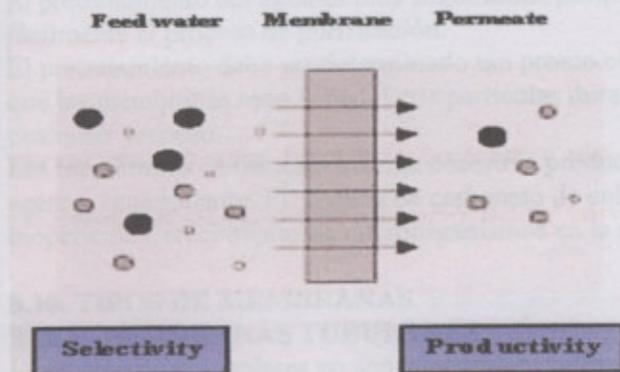
El agua fluye desde una columna con bajo contenido en sólidos disueltos a una columna con alto contenido en sólidos disueltos.

La presión osmótica es la presión necesaria para impedir que el agua fluya a través de la membrana, con el objeto de obtener el equilibrio .

Aplicando una presión superior a la presión osmótica, el agua fluirá en sentido inverso, el agua fluye desde la columna con elevado contenido en sólidos disueltos hacia la columna con bajo contenido de sólidos disueltos.

La ósmosis inversa es una técnica básicamente aplicada en la preparación de agua potable. El proceso de la preparación de agua potable a partir de agua de mar es comúnmente conocido.

Aparte de esto, la ósmosis inversa se aplica para la producción de agua ultrapura y de agua de abastecimiento de calderas. También se aplica en la industrias de la alimentación (concentración de zumos de frutas, azúcar y café), en la industria de galvanizados (concentración de aguas residuales) y en la industria láctea (concentración de leche para la producción de queso).



El contenido de materia orgánica y las cantidades de bacteria deben ser tan bajas como sea posible para prevenir la llamada bi obstrucción de membranas. La aplicación de un pre-tratamiento tiene varios beneficios:

Las membranas tienen un mayor límite de vida cuando se realizan pre-tratamientos.

- Se extiende el tiempo de producción de la instalación.
- Las tareas de mantenimiento se simplifican
- Los costes de empleo son menores

Además del pretratamiento se puede añadir una dosis química (ácido, anti-escamante), para prevenir la descamación y precipitación de sólidos insolubles, tales como carbonato de calcio y sulfato de bario en la superficie de la membrana.

Los ácidos aplicados son ácido clorhídrico (HCL) Y ácido sulfúrico (H₂SO₄).



El ácido sulfúrico es el producto más usado para este fin. Sin embargo, el ácido hidroclicórico se aplica cada vez más porque al ácido sulfúrico puede influir negativamente en la velocidad de obstrucción de la membrana. Cuando el agua entrante contiene grandes cantidades de iones sulfato, el ácido hidroclicórico reemplaza al ácido sulfúrico. En este caso la dosis de ácido sulfúrico aumentará las posibilidades de formación de costras por iones sulfuro en las membranas.

8.8. TECNOLOGÍA DE LA MEMBRANA

El principio de la micro y ultrafiltración es la separación física. Es el tamaño de poro de la membrana lo que determina hasta qué punto son eliminados los sólidos disueltos, la turbidez y los microorganismos. Las sustancias de mayor tamaño que los poros de la membrana son retenidas totalmente. Las sustancias que son más pequeñas que los poros de la membrana son retenidas parcialmente, dependiendo de la construcción de una capa de rechazo en la membrana.

La microfiltración y la ultrafiltración son procesos dependientes de la temperatura, que retienen sólidos disueltos y otras sustancias del agua en menor medida que la nanofiltración y la ósmosis inversa.

Microfiltración

Las membranas usadas para la microfiltración tiene un tamaño de poro de 0.1-10 μm . Estas membranas de microfiltración retienen todas las bacterias. Parte de la contaminación viral es atrapada en el proceso, a pesar de que los virus son más pequeños que los poros de la membrana de microfiltración. Esto es porque los virus se pueden acoplar a las bacterias.

La microfiltración puede ser aplicada a muchos tipos diferentes de tratamientos de agua cuando se necesita retirar de un líquido las partículas de un diámetro superior a 0.1 mm .

Ultrafiltración

Para la eliminación completa de los virus, se requiere la ultrafiltración. Los poros de las membranas de ultrafiltración pueden retirar de los fluidos partículas de 0.001-0.1 μm .

8.9. PROTECCIÓN DE LAS MEMBRANAS

El pretratamiento del agua es muy importante, porque el ensuciamiento de la membrana puede perjudicar fácilmente el proceso de purificación.

El pretratamiento debe ser determinado tan pronto como se conozca la composición del agua. Para impedir que las membranas sean dañadas por partículas duras y cortante, el agua debe ser prefiltrada antes de realizar cualquier proceso.

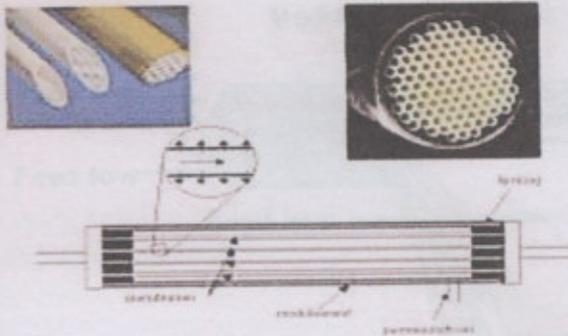
Las membranas de ósmosis inversa necesitan productos químicos específicos dependiendo de la causa del agente contaminante. Ej: costras de carbonato de calcio (sobre todo ocurre en agua dura), formación de biopelícula (crecimiento de microorganismos en la membrana), depósito de hierro, depósitos orgánicos.

8.10. TIPOS DE MEMBRANAS

8.10.1. MEMBRANAS TUBULARES

Las membranas tubulares no son membranas autosuficientes. Están situadas dentro de un tubo, hechas de un tipo especial de material. Este material es la capa que sostiene a la membrana. Debido a que las membranas tubulares se sitúan dentro de un tubo, el flujo de la membrana tubular es generalmente al revés. La causa principal de esto es que la unión de la membrana a la capa que la sostiene es muy débil.

Las membranas tubulares tienen un diámetro de 5 a 15 mm . Debido al tamaño de la superficie de la membrana, no es probable que las membranas tubulares se obstruyan. un inconveniente de las membranas tubulares es que la densidad del empaquetamiento es baja, lo que resulta en un mayor precio por modulo.

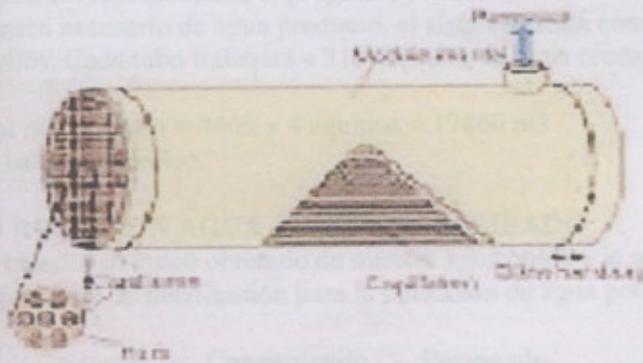


Tubular membranes

8.10.2. MEMBRANAS CAPILARES

Con las membranas capilares la membrana sirve de barrera selectiva, que es suficientemente grande para resistir las presiones de filtración. Debido a esto, el flujo a través de las membranas capilares puede ser tanto de adentro hacia afuera como de afuera hacia adentro.

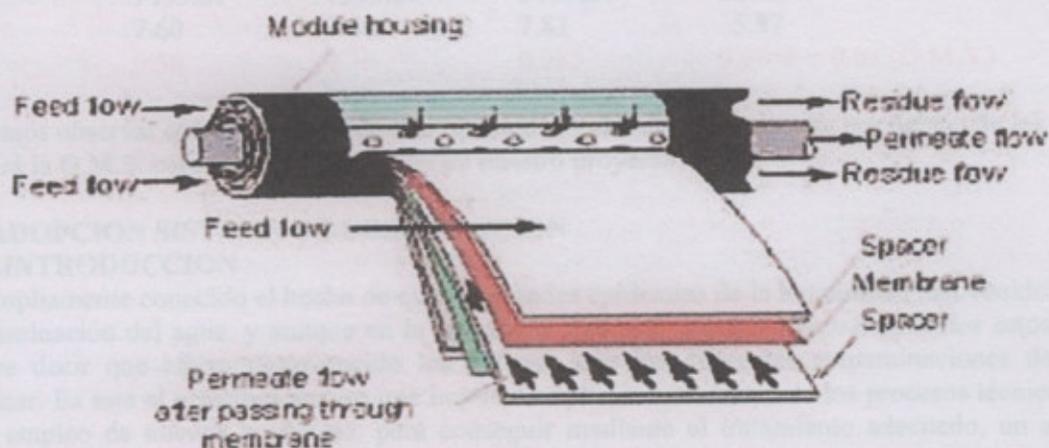
El diámetro de las membranas capilares es mucho más pequeño que el de las membranas tubulares, concretamente de 0.5 a 5 mm. Debido al menor diámetro, las probabilidades de obstrucción con una membrana capilar son mucho mayores. Una ventaja es que la densidad de empaquetamientos es mucho mayor.



Capillary membranes

8.10.3. MEMBRANAS DE ESPIRAL

Las membranas de espiral consisten en dos capas de membrana, situadas en un tejido colector de permeados. Esta funda de membrana envuelve a un desagüe de permeados situado en posición central. Esto hace que la densidad de embalaje de las membranas sea mayor. El canal de entrada de agua se sitúa a una altura moderada, para prevenir la obstrucción de la unidad de membrana. Las membranas de espiral son usadas solamente para fñño filtración y osmosis inversa.



Membrana de espiral

9. RESERVA DE AGUA CRUDA

Se tomara como reserva de agua cruda sumado a la cisterna existente de 100 m³, 4 cisternas de la misma capacidad, cuyas medidas serán 4.20x16.8 x 1.7.

10. ADOPCION EQUIPO OSMOSIS INVERSA

Se diseño el equipo de Osmosis Inversa mediante el programa ROSA 6.1 donde de acuerdo a la calidad de agua cruda y en base al volumen necesario de agua producto, el sistema estará constituido con 20 tubos con 6 membranas en cada uno de ellos. Cada tubo trabajara a 310.06 m³/h de agua cruda con una producción de permeado de 186.04 m³/h.

Volumen producido = 186.04 m³/h x 24 h = 4465 x 4 equipos = 17860 m³

Ver anexo detalles equipo y balance químico.

11. BALANCE QUIMICO RELACION AGUA CRUDA A PERMEADO

A continuación se detalla el balance químico obtenido de nuestra agua cruda y la resultante de permeado obtenida luego de todos los procesos de purificación para la obtención de agua potable.

Nombre	Contenido	Ajuste	Concentrado	Permeado
NH4	0.05	0.05	0.10	0.01
K	19.19	19.19	44.60	2.25
Na	331.05	331.05	820.79	4.56
Mg	38.38	38.38	95.53	0.29
Ca	33.58	33.58	83.60	0.24
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00
Co3	1.95	1.95	11.69	0.00
HCO3	476.06	476.06	1166.10	6.90
NO3	35.50	35.50	82.62	4.08
Cl	362.27	362.27	899.90	3.86
F	2.09	2.09	5.17	0.03
SO4	45.94	45.94	114.52	0.22
SiO2	48.94	48.94	121.61	0.49
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	14.07	14.07	17.80	14.85



TDS	1395.01	1395.01	3446.24	22.92
Ph	7.60	7.60	7.83	5.87
As	0.30	0.30	0.985	0.0048 < 0.01 (O.M.S.)

Podemos observar que en nuestro balance químico el valor del arsénico esta por debajo de los estándares que exigirá la O.M.S. para el año de ejecución de nuestro proyecto.

12. ADOPCION SISTEMA DE DESINFECCION

12.1.INTRODUCCION

Es ampliamente conocido el hecho de que las grandes epidemias de la humanidad han venido por la vía de la contaminación del agua. y aunque en la actualidad han sido prácticamente dominados estos problemas, no quiere decir que hayan desaparecido los peligros que las diferentes contaminaciones del agua pueden originar. Es este el principal motivo que impulsa a aplicar continuamente los procesos técnicos más actuales y el empleo de nuevos productos, para conseguir mediante el tratamiento adecuado, un agua de calidad sanitaria óptima, teniendo en cuenta que el agua, en sus diferentes fuentes de captación, está cada vez más deteriorada.

En el proceso de oxidación de las diferentes sustancias presentes en el agua y su esterilización, el producto más ampliamente utilizado es el cloro (en los pequeños abastecimientos se suelen emplear derivados del cloro). Si bien en algunas aguas no llega a lograrse el objetivo deseado, dada la presencia de diversas sustancias, con las que el cloro no es tan efectivo, o bien a que precisamente el cloro conduce en su reacción con otras sustancias orgánicas a la formación de compuestos orgánicos clorados muy cuestionados por su potencial perjuicio para la salud (por ejemplo los trihalometanos). Estas circunstancias han llevado a la utilización de otros productos, que si bien no le sustituyen completamente, sí lo complementan, entre los que destacan principalmente el dióxido de cloro y el ozono.

Empleando el cloro en este proceso se contemplan dos etapas: precloración, realizada antes de la fase de coagulación-floculación, y poscloración o esterilización, que suele ser la última etapa del tratamiento.

Aún cuando el principal objetivo de la cloración comenzó siendo, y aún lo es, la destrucción de gérmenes, dado su gran poder bactericida, no debe olvidarse que su elevado poder oxidante origina otros efectos también muy importantes, como pueden ser la contribución a la eliminación del hierro y manganeso, eliminación de sulfhídrico, sulfuros y otras sustancias reductoras, reducción de sabores existentes antes de la cloración o bien producidos por los compuestos de adición formados por el cloro, impedir el crecimiento de algas y otros microorganismos que interfieren en el proceso de coagulación-floculación y filtración, mantener los lechos filtrantes libres de posibles crecimientos de bacterias anaerobias, reducción del color orgánico, etc.,

La desinfección del agua y más concretamente la cloración, está siendo objeto de polémica en los últimos años, como consecuencia, principalmente, de los subproductos de la desinfección, llegando a cuestionarse la necesidad de la propia desinfección en muchos casos. Las reglamentaciones de los países difieren bastante a este respecto, algunos incluso no requieren de forma expresa el empleo de desinfectantes en el tratamiento del agua, si bien es cierto que las calidades de las aguas en origen son muy distintas y más aún entre los diferentes países.

En cualquier caso, como la misma Organización Mundial de la Salud indica, no se debe comprometer o dejar en segundo término, una correcta desinfección, ante los efectos a largo plazo que originarían los subproductos de la desinfección.

Por otra parte, el empleo de las cloraminas genera menos subproductos de desinfección y presentan menos tendencia que el cloro a provocar olores y sabores en el agua tratada, sin olvidar algunos problemas ligados al empleo de las cloraminas, destacando principalmente los fenómenos de nitrificación

12.2.FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CLORACION

Entre los principales factores que influyen en el proceso de desinfección y tratamiento del agua con cloro, figuran los siguientes:

-Naturaleza, concentración y distribución de los organismos que se van a destruir, así como de la concentración y distribución de la sustancia desinfectante y de los productos de su reacción con el agua, así como de las sustancias disueltas o en suspensión presentes en el agua.



- Naturaleza y temperatura del agua objeto del tratamiento.
- Tiempo de contacto entre el cloro y el agua.
- Ph del agua.

Podemos decir, en lo que respecta a los organismos presentes en el agua, que estos pueden ser muy diversos y con unos requerimientos de cloro para su eliminación muy diferentes.

Para que la cloración resulte eficaz es necesaria una distribución homogénea del cloro en el agua y que la dosis sea adecuada, para obtener un agua tratada inocua. A partir de 0,1 a 0,2 ppm. de cloro libre residual en el agua, ya se percibe sabor, percibiéndose antes cuanto mayor sea la dureza y temperatura del agua. Puede procederse a la dechloración o eliminación del cloro en el agua, mediante el empleo de sustancias reductoras, tales como el anhídrido sulfuroso, el hiposulfito sódico, etc... Utilizando cantidades apropiadas de estos productos se puede eliminar la cantidad de cloro deseada. También se puede eliminar el cloro filtrando el agua a través de carbón activo.

Entre las múltiples sustancias que pueden contener las aguas naturales, algunas influyen en gran medida en la eficacia de la cloración. Por ejemplo, en presencia de sustancias orgánicas, la acción desinfectante del cloro es menor. El amoníaco y otros compuestos orgánicos nitrogenados consumen cloro. El hierro y el manganeso reaccionan con el cloro aumentando la demanda de éste, y, una vez oxidados, contribuyen a aumentar la turbiedad del agua.

Las bacterias y virus pueden quedar protegidos de la acción del cloro por los sólidos suspendidos en el agua; de aquí que la eficacia de la cloración se vea aumentada mediante la subsiguiente filtración y una posterior esterilización.

Respecto a la temperatura, la eficacia de cloración aumenta al aumentar aquélla, naturalmente siempre que las demás condiciones permanezcan invariables. A pesar de esto, ocurre que como en el agua a baja temperatura el cloro permanece más tiempo, puede llegar a compensarse la mayor lentitud de la desinfección con la mayor duración del cloro en el agua.

El tiempo de contacto es otro factor importante a tener en cuenta, ya que durante este tiempo tienen lugar las reacciones entre el cloro y el agua y las sustancias en ella presentes. El tiempo de contacto mínimo suficiente para una cloración eficaz es, a su vez, función de la temperatura, pH, concentración y naturaleza de los organismos y sustancias presentes en el agua, así como de la concentración y estado en que se halle el cloro. Como mínimo, el tiempo de contacto deber de ser de diez a quince minutos.

Para que la acción de un desinfectante sea eficaz, hay que mantener una determinada concentración del desinfectante durante un período de tiempo, es decir, la expresión $C.t$, representaría la concentración del desinfectante final en mg./l. (C) durante el tiempo mínimo de exposición en minutos (t). La expresión que nos muestra el efecto de la concentración del desinfectante sobre la velocidad de destrucción de bacterias, se expresa más correctamente por $C_n . t = \text{Constante}$.

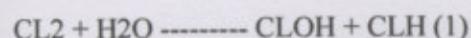
El exponente n para el cloro varía entre 0.5 y 1.5, dependiendo de la temperatura y del pH

El pH juega un papel de suma importancia y nos detendremos en él cuando tratemos de las reacciones del cloro en el agua. Por ahora diremos que el poder bactericida del cloro es menor para un pH superior a 7, que para otros valores de pH más bajos a éste.

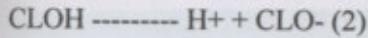
El tiempo de contacto para lograr un determinado grado de desinfección disminuye al aumentar la concentración y también como se acaba de indicar, al disminuir el pH. En el gráfico siguiente se observa lo indicado, relacionando el tiempo de contacto necesario para destruir el 90 % de coliformes a diferentes pH.

12.3. REACCIONES DEL CLORO EN EL AGUA

Las reacciones que tienen lugar entre el cloro y el agua, aunque en principio parecen muy simples, no siempre lo son, ya que el agua objeto de la cloración no sólo es H_2O , sino que en ella hay diversas sales y materias orgánicas en solución y suspensión. Aca vemos sólo las reacciones de equilibrio que tienen lugar al reaccionar el cloro con el agua, que son reacciones de hidrólisis, se originan ácidos hipocloroso y clorhídrico:



El ácido clorhídrico es neutralizado por la alcalinidad del agua y el ácido hipocloroso se ioniza, descomponiéndose en iones hidrógeno e iones hipoclorito:



La constante de ionización del anterior equilibrio es:

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CLO}^-]}{\text{CLOH}} = K_i \quad (3)$$

La constante de ionización K_i varía con la temperatura como se indica en la siguiente tabla:

Temper. °C	0	5	10	15	20	25
(Moles/l) K_i	$1.5 \cdot 10^{-8}$	$1.5 \cdot 10^{-8}$	$2.0 \cdot 10^{-8}$	$2.2 \cdot 10^{-8}$	$2.5 \cdot 10^{-8}$	$2.7 \cdot 10^{-8}$

La constante de hidrólisis de la reacción (1) es de tal orden que no existe en el agua una concentración apreciable de CL_2 a no ser que la concentración de H^+ sea elevada, es decir, que el pH del agua sea bajo, menor de 3, y haya una concentración total de cloruros mayor de 1.000 mg/l.

A las temperaturas ordinarias del agua, la hidrólisis del cloro es prácticamente completa en algunos segundos y la ionización del ácido hipocloroso es una reacción reversible instantánea. El sentido de esta reacción, es fácil ver que se encuentra dirigido por la concentración de iones hidrógeno, es decir del pH. Por tanto, se puede decir que según sea el pH del agua, se obtendrán unos porcentajes diversos de CLOH y CLO^- , porcentajes que pueden calcularse mediante la ecuación (3) y la tabla anterior en la que figuran los valores de K_i partiendo de la relación:

$$\frac{[\text{CLOH}]}{[\text{CLOH}] + [\text{CLO}^-]} = \frac{1}{1 + \frac{[\text{CLO}^-]}{[\text{CLOH}]}} = \frac{1}{1 + \frac{K_i}{[\text{H}^+]}} \quad (4)$$

Y deduciendo de la ecuación (3) que:

$$\frac{[\text{CLO}^-]}{[\text{CLOH}]} = \frac{K_i}{[\text{H}^+]}$$

sustituyendo en (4), resulta:

$$\frac{[\text{CLOH}]}{[\text{CLOH}] + [\text{CLO}^-]} = \frac{1}{1 + \frac{K_i}{[\text{H}^+]}} \quad (5)$$

Por ejemplo a 20 ° C y pH = 7, el porcentaje de CLOH será según (5):

$$\frac{1}{1 + \frac{2,5 \cdot 10^{-8}}{10^{-7}}} = 0,80 \quad ; \quad \text{de donde } \text{CLOH} = 80 \%$$

$$2,5 \cdot 10^{-8}$$

$$1 + \frac{2,5 \cdot 10^{-8}}{10^{-7}}$$

$$10^{-7}$$

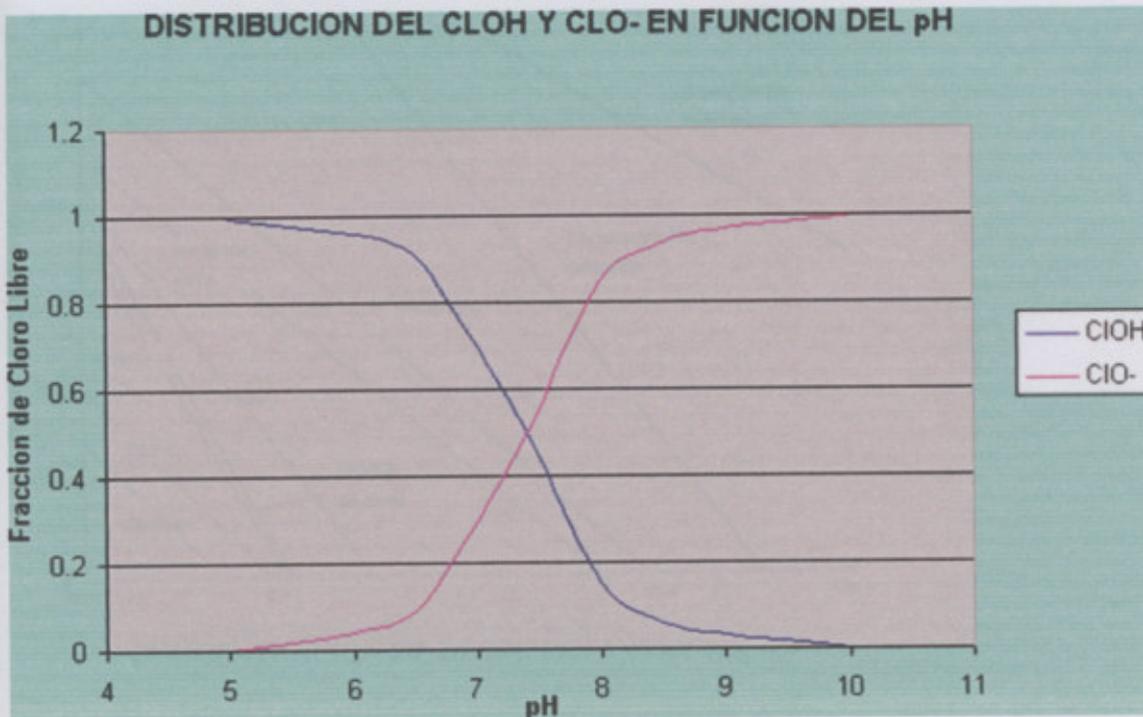


Fig. 1.a) y 1.b) Distribución del ClOH y ClO- en función del pH

En las figuras 1.a) y 1.b) se muestran los porcentajes de distribución de ClOH y ClO⁻, o sus fracciones expresadas en cloro libre, a varios pH calculados como en el ejemplo anterior. Entre pH 6 y pH 9.5, hay equilibrio entre el ácido hipocloroso sin disociar y disociado. Para pH mayor de 9.5, está prácticamente todo el ácido hipocloroso disociado en ión hipoclorito. En las figuras 1.a) y 1.b) se muestran los porcentajes de distribución de ClOH y ClO⁻, o sus fracciones expresadas en cloro libre, a varios pH calculados como en el ejemplo anterior. Entre pH 6 y pH 9.5, hay equilibrio entre el ácido hipocloroso sin disociar y disociado. Para pH mayor de 9.5, está prácticamente todo el ácido hipocloroso disociado en ión hipoclorito.

El ácido hipocloroso tiene mayor poder oxidante y bactericida que el ión hipoclorito, razón esta que es muy importante tener en cuenta, ya que, como hemos visto, la proporción de ácido hipocloroso e ión hipoclorito es función del pH, debiendo operarse, a ser posible, al pH más idóneo para lograr una más eficiente desinfección.

La eliminación de bacterias y otros microorganismos, disminuye por tanto al aumentar el pH. La eliminación de bacterias y otros microorganismos, disminuye por tanto al aumentar el pH, así por ejemplo en el rango de pH 7 a 8, la velocidad de destrucción disminuye unas 5 veces al pasar de pH 7 a pH 8, por lo que para mantener el mismo ritmo de destrucción de bacterias, la concentración de cloro debe mantenerse 5 veces más alta. El hecho de que la concentración de ClOH disminuya al aumentar el pH no supone que disminuya el contenido de cloro libre, sino que la velocidad de reacción es menor.

Por otra parte hay que tener presente que la eficacia relativa de los distintos desinfectantes que pueden emplearse en la desinfección del agua, a igualdad de factores tan importantes, como el pH y la temperatura, es muy diferente. En el siguiente gráfico de la figura 2 se muestran estas diferencias.

El cloro residual libre está constituido por el ácido hipocloroso y el ión hipoclorito, y a su vez el ácido hipocloroso se encuentra en equilibrio con el ión hipoclorito.

Para que el cloro residual libre esté presente en el agua tratada tras el tiempo de contacto, es necesario que la cloración se lleve a cabo aplicando una dosis lo suficientemente elevada de cloro, hasta alcanzar una «cloración» con cloro residual, determinada por el punto de inflexión o saturación.

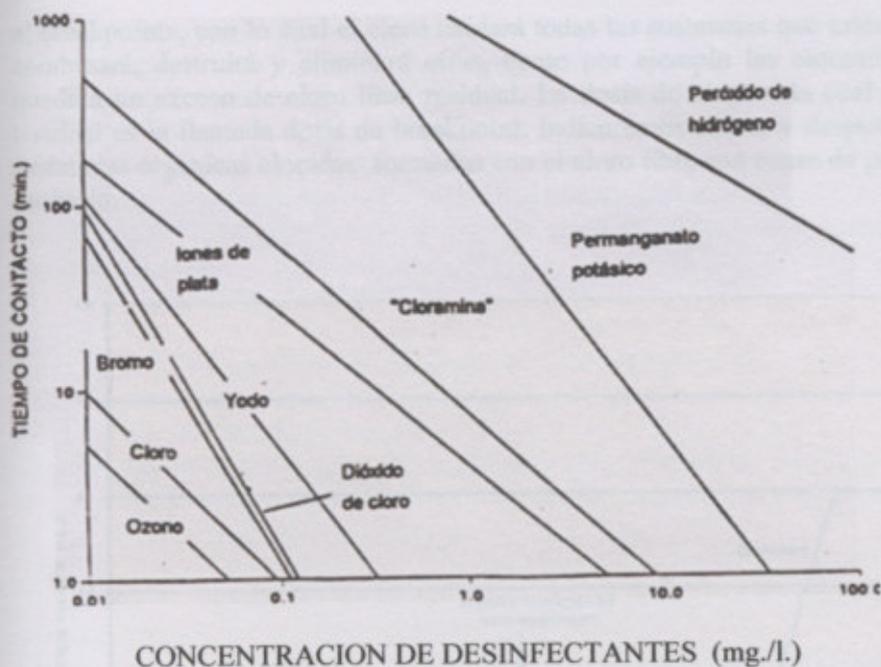


Fig.-2
Eficacia relativa de los diferentes desinfectantes químicos ante Coolí a un pH. de 7.5 y una temperatura de 5 °C

12.4.DEMANDA DE CLORO Y BREAK POINT

La cantidad de cloro que debe utilizarse para la desinfección del agua, se determina generalmente mediante el método de la demanda de cloro y el de breakpoint.

Al incorporar el cloro al agua, reacciona con las sustancias que ésta contiene, quedando menos cloro en disposición de actuar como desinfectante. Entre estas sustancias destacan el manganeso, hierro, nitritos, sulfhídrico y diferentes materias orgánicas, las cuales, además de consumir cloro, producen compuestos orgánicos clorados que pueden ser la causa de olores y sabores desagradables. Otra sustancia presente, a veces, en el agua y que reacciona de una forma muy particular con el cloro es el amoníaco. En este caso se forman compuestos denominados cloraminas, las cuales poseen poder desinfectante, aunque en menor grado que el cloro.

Si se continúa añadiendo cloro en exceso, de manera que reaccione con todas las sustancias presentes, llegará un momento en que el cloro sobrante aparecerá como cloro residual libre, que es el que realmente actúa ahora como agente desinfectante.

La demanda de cloro es la diferencia entre la dosis de cloro añadida y el contenido de cloro residual al cabo de un tiempo de contacto suficiente para completar las reacciones antes expuestas.

El control perfecto de la desinfección, se efectúa mediante los correspondientes exámenes bacteriológicos del agua, pero para un control más rápido del contenido en cloro libre y combinado de un agua tratada, se determina la concentración de cloro residual mediante el método del DPD, o bien por yodometría y valoración con tiosulfato sódico; también, en instalaciones importantes suelen emplearse instrumentos automáticos de medida permanente, mediante determinaciones colorimétricas o determinaciones amperométricas.

El cloro presente en el agua tratada que se conoce como «cloro residual», puede presentarse como «cloro residual libre» o como «cloro residual combinado».

El cloro residual libre está constituido esencialmente por el ácido hipocloroso y el ión hipoclorito; y el cloro residual combinado lo forman generalmente las cloraminas.

Para que el cloro residual libre esté presente en un agua tratada con cloro después del suficiente tiempo de contacto, es necesario que la cloración se lleve a cabo mediante una dosis lo suficientemente elevada de cloro, hecho conocido como «dosificación con cloro sobrante», «cloración por el punto crítico» o «cloración



al breakpoint», con lo cual el cloro oxidará todas las sustancias que estén en disposición de ser oxidadas, se combinará, destruirá y eliminará otras, como por ejemplo las cloraminas, y después de todo esto aún quedará un exceso de cloro libre residual. La dosis de cloro a la cual comienza a aparecer el cloro libre residual es la llamada dosis de breakpoint. Indicaremos ahora, y después ampliaremos, que algunas de las sustancias orgánicas cloradas formadas con el cloro libre son causa de preocupación desde el punto de vista sanitario.

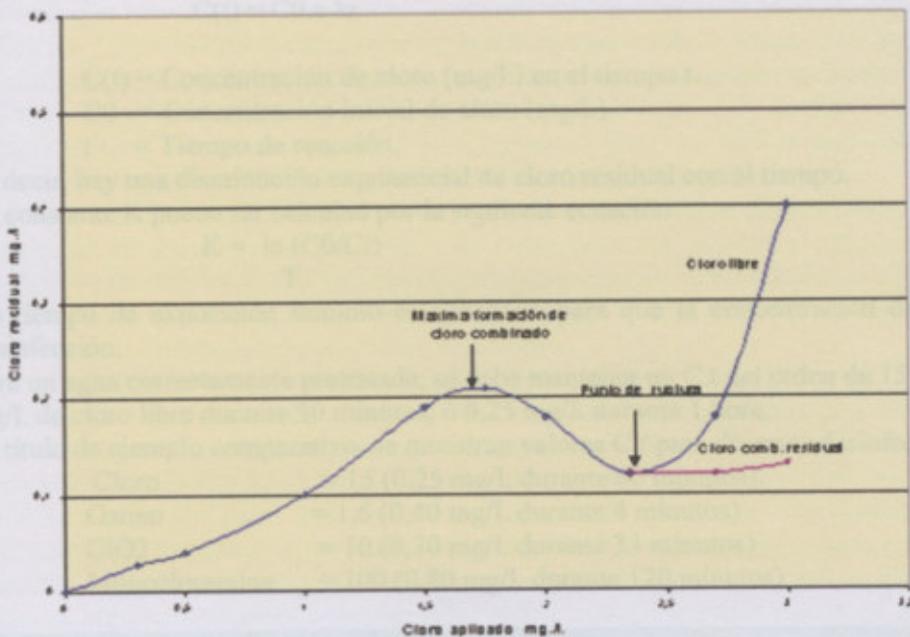


Fig.3
Teóricamente, en un agua totalmente pura, al ir adicionando cloro, la concentración residual medida del mismo sería igual al cloro incorporado. Pero esto no ocurre así en aguas que no son completamente puras, que es el caso general. Entonces, al ir adicionando cloro y después de haberse oxidado las diversas sustancias que ya indicamos y formado las cloraminas, si había presente amoníaco y otros compuestos clorados de adición, si medimos ahora el cloro residual, se observará que éste no corresponde al añadido, sino que es menor, llegando incluso a un punto, en que en lugar de ir aumentando la concentración de cloro residual ésta disminuye. La explicación de este descenso se justifica por el hecho de que una vez formados los diversos derivados orgánicos del cloro y las cloraminas, llegan a destruirse mediante la adición de más cloro, formándose otros compuestos que no suministran cloro residual. Cuando se han destruido estos compuestos clorados, comienza a aparecer el cloro residual libre, ya medida que se añade cloro al agua aumenta la concentración de cloro residual libre, pudiendo subsistir a la vez una pequeña concentración de cloro residual combinado, debido a compuestos que no han sido destruidos totalmente. Se considera que cuando el 85 % ó más del cloro residual del agua está en forma libre, la desinfección se ha realizado al breakpoint. En la figura 3 queda mostrado de forma gráfica lo anteriormente expuesto. El breakpoint es la dosis correspondiente al mínimo de la curva. Este punto no lo presentan claramente las aguas con poca materia orgánica o compuestos nitrogenados.

Cuando se realiza una cloración al breakpoint, no sólo es el CIOH que persiste al terminar las reacciones (cloro residual libre) el que se utiliza para la desinfección, sino que también se está utilizando, en parte, para la desinfección, el CIOH que existe durante el desarrollo y consecución del breakpoint. Esta disponibilidad temporal de CIOH es función del pH, temperatura y concentración de cloro y amoníaco

12.5. CLORO RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCION

El consumo de cloro en el agua de una red de distribución se debe, por una parte, al consumo del cloro por la



propia agua (sustancias presentes en ella y otras condiciones físicas) y por otra, al consumo que se produce en la interfase con las paredes de las conducciones.

En el agua, el consumo depende principalmente de la temperatura y del contenido en materias orgánicas disueltas (COT).

En la interfase con las paredes, el consumo de cloro se produce por la interacción con los productos de corrosión y por los depósitos y biomasa fijada en las paredes.

La disminución del cloro residual en una masa de agua, viene expresada por la ecuación exponencial siguiente:

$$C(t) = C_0 \cdot e^{-kt}$$

$C(t)$ = Concentración de cloro (mg/l.) en el tiempo t .

C_0 = Concentración inicial de cloro (mg/l.)

t = Tiempo de reacción.

Es decir, hay una disminución exponencial de cloro residual con el tiempo.

La constante K puede ser calculada por la siguiente ecuación:

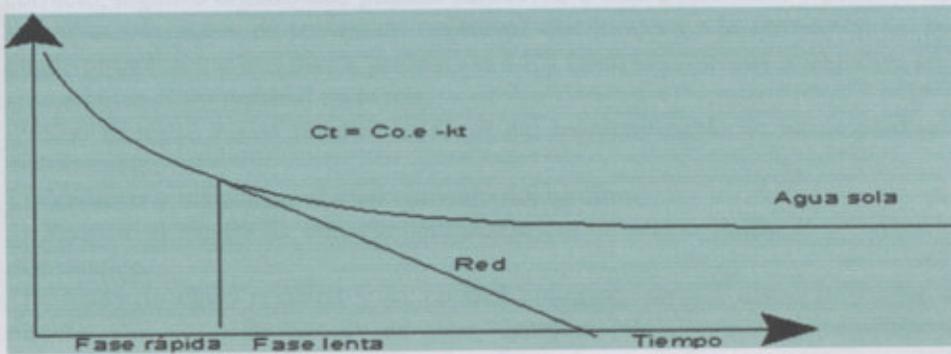
$$K = \frac{\ln(C_0/C_t)}{T}$$

Un tiempo de exposición mínimo es necesario para que la concentración de cloro aplicado garantice la desinfección.

Para un agua correctamente pretratada, se debe mantener un $C \cdot t$ del orden de 15 (mg.min/l), por ejemplo 0,5 mg/l. de cloro libre durante 30 minutos, ó 0,25 mg/l. durante 1 hora.

A título de ejemplo comparativo, se muestran valores $C \cdot t$ para diversos desinfectantes:

Cloro	= 15 (0,25 mg/l. durante 60 minutos)
Ozono	= 1,6 (0,40 mg/l. durante 4 minutos)
ClO ₂	= 10 (0,30 mg/l. durante 33 minutos)
Monocloramina	= 100 (0,80 mg/l. durante 120 minutos)



En la figura anterior se representa un esquema de la cinética de la disminución del cloro en el agua de una vasija inerte y en una canalización (red):

Las dos técnicas de cloración generalmente empleadas son la cloración residual libre y la cloración residual combinada (más la primera que la segunda).

La técnica de la cloración residual libre supone la aplicación de cloro al agua para conseguir que ya sea directamente o bien después de la destrucción del amoníaco, quede un cloro residual libre, tanto a la salida de la planta como en la red de abastecimiento.

La técnica de la cloración residual combinada implica la reacción del cloro con el amoníaco natural o añadido (sin llegar a la destrucción de éste) y mantener este cloro residual combinado en la red.

Empleando cloro como oxidante/desinfectante primario, se ha comentado que la formación de THMs y otros subproductos se ve favorecido con el aumento de la dosis de cloro y con el aumento del tiempo de contacto agua-cloro. Por otra parte, se sabe que para una efectiva desinfección (cloración) hay que mantener una adecuada concentración de cloro libre residual durante un determinado tiempo de contacto. El producto de la concentración de cloro libre en mg/l. y el tiempo de contacto en minutos, es decir $C \cdot t$, es un indicador del



potencial de desinfección en el proceso de cloración.

Está comprobado que los contenidos de THM a la salida de las estaciones de tratamiento se incrementan posteriormente en muchos casos, ya en la red, debido principalmente al mayor tiempo de contacto del cloro con la materia orgánica que sale de la estación y con las sustancias orgánicas que forman el biofilm de la red. La desinfección debe realizarse en la estación de tratamiento y no contar con el tiempo que el agua ha de estar en la red para que se garantice el producto C.t. de forma que el primer consumidor de agua de la red beba un agua perfectamente desinfectada.

Se presenta entonces el dilema de si mantener o no una determinada concentración de cloro residual para prevenir posibles recontaminaciones, recrecimiento del biofilm y otros objetivos que posteriormente se indicaran. La necesidad de mantener un residual, está también siendo cuestionada; ya dijimos al principio que sólo en España y Portugal dentro de la UE requieren legalmente mantener un desinfectante residual en el sistema de abastecimiento. Esta necesidad depende en gran medida de las condiciones locales y circunstanciales climáticas y geográficas en general, y en cuanto a la cantidad o concentración a mantener, depende mucho de la tradición y aceptación de los consumidores.

Si se opta por mantener un desinfectante residual en la red, cloro libre, habría que volver a reclarar el agua y mantenerla así durante el largo período de estancia de los grandes y extensos sistemas de distribución, es decir, aumentando dos de los factores (C y t) que potencian la formación de THMs. La incapacidad del cloro para mantener una concentración residual consistente y estable en los sistemas de distribución extensos, le limita como un adecuado desinfectante secundario.

¿Sería conveniente entonces buscar una alternativa al cloro libre que además de no formar estos subproductos sea más estable y por tanto su concentración se mantenga casi constante desde que el agua sale de la estación de tratamiento hasta que llega al consumidor más alejado?. Aparece entonces la solución del cloro residual combinado, en forma de cloraminas, como una eficaz alternativa.

La desinfección del agua potable no conduce a una completa esterilización, es decir a una completa eliminación de patógenos y no patógenos, por tanto y aceptando la presencia de nutrientes, son posibles los recrecimientos de bacterias y otros microorganismos. Aunque el proceso de tratamiento aplicado al agua sea correcto, algunos organismos pueden sobrevivir a este tratamiento y pasar al sistema de distribución junto a pequeñas fracciones de sustancias orgánicas que inducen a la formación del biofilm. Este biofilm a su vez puede proporcionar una cierta protección a los microorganismos patógenos, protección que será dificultada si se emplea cloro residual en la red.

Pueden aducirse varias razones en favor del mantenimiento de un desinfectante residual en el sistema de distribución:

- 1) Controlar y minimizar el recrecimiento del biofilm.
- 2) Reducir el riesgo de una contaminación por intrusión desde el exterior al interior del sistema de distribución
- 3) El uso de cloro residual y su control continuo, servirá como indicador de roturas de un sistema de distribución y puede ser usado para detectar intrusiones más rápidamente que una monitorización microbiológica y además su análisis continuo abarca o afecta a prácticamente todo el volumen de agua del sistema.
- 4) Estabilizar la calidad del agua en el sistema, no sólo en cuanto a controlar la formación de biofilm y recrecimiento bacterianos, sino también reducir los fenómenos de corrosión de la red, la corrosión es un factor importante en la reducción del cloro residual.

12.6.ELECCION DEL DESINFECTANTE RESIDUAL

Aceptando el mantenimiento de un desinfectante residual, se debe minimizar este residual y los subproductos formados para lo cual es necesario y fundamental:

- 1) Tratar el agua para reducir la materia orgánica natural (MON) que sirve como precursor de los subproductos de la desinfección.
- 2) Tratar el agua para mejorar la estabilidad del desinfectante residual, ya que cuanto más estabilidad del residual, menor desinfectante será necesario.
- 3) Hacer una cuidadosa elección del oxidante/desinfectante, siguiendo los criterios de máxima estabilidad, máximo control del biofilm, mínima toxicidad directa y mínima formación de subproductos.

En el siguiente cuadro se comparan las tres principales alternativas para el mantenimiento de un residual



desde las perspectivas o criterios antes señalados; 1) Estabilidad del residual, 2) Toxicidad del residual (según límites de la USEPA), 3) Control del Biofilm y 4) Formación de subproductos.

Oxidante	Estabilidad residual	Límite del residual mg/l (USEPA)	Control biofilm	Subproductos
Cloro libre	Muy buena	4	Buena	Mala
Dióxido de cloro	Buena	0,8	Buena	Buena
Cloraminas	Excelente	4	Muy buena	Muy buena

De las tres sustancias indicadas, el cloro libre es el más utilizado pero su mal comportamiento en cuanto a la formación de subproductos limitará su empleo en el futuro a aguas con muy pocos precursores.

Las cloraminas y concretamente la monocloramina es una importante alternativa, siendo su principal desventaja el hecho de estar sujeta a una nitrificación en el sistema de distribución, por diferentes factores como alta temperatura, puntos muertos o retenciones excesivas donde el residual desaparece y el biofilm se elimina con dificultad, y exceso de amoníaco. Hay que tener presente que las cloraminas no suelen emplearse en la desinfección primaria. Son más empleadas en Estados Unidos que en Europa, donde se emplea más el dióxido de cloro que por su parte presenta problemas debidos a su propia toxicidad y a la formación de clorito y clorato que se producen como sustancias oxidadas.

Aunque puede concluirse que no hay un desinfectante perfecto, el más adecuado y la cantidad a aplicar dependerá de las condiciones y circunstancias locales que al fin nos lleve a disponer de un agua con el más bajo olor y sabor al desinfectante y subproductos derivados de él, a la vez que se consiga la mayor efectividad de desinfección

Dado el menor poder oxidante y de desinfección del cloro residual combinado, se suele emplear éste para una desinfección secundaria, después de aplicar la técnica de la cloración libre dentro del proceso de tratamiento hasta la etapa de filtración y a continuación, tras la filtración, se aplica amoníaco y más cloro, si es necesario, para lograr la concentración de cloro combinado (cloramina) deseada, es decir, que después de destruir las cloraminas que pudieran haberse formado con el amoníaco o sustancias orgánicas nitrogenadas presentes en el agua bruta y satisfacer la demanda de cloro de este agua, quede aún cloro libre residual (cloración con cloro sobrante) que será transformado en cloro combinado al incorporar amoníaco.

12.7. SISTEMA DE DESINFECCION ADOPTADO

En la figura podemos observar el sistema de desinfección adoptado, considerando un tanque enterrado con una capacidad de 6000 lts, mediante un compresor abastecemos al tanque que contiene agua mas hipoclorito de sodio, esta dilucion es conveniente para no dañar las bombas utilizadas.

La bomba adoptada es marca DOSIVAC serie DD 15-150, con un caudal de trabajo maximo de 150 lt/h.

Calculo del consumo de ClONa:

ClONa puro al 100 % ----- 16000 lts/día producción de agua potable necesaria

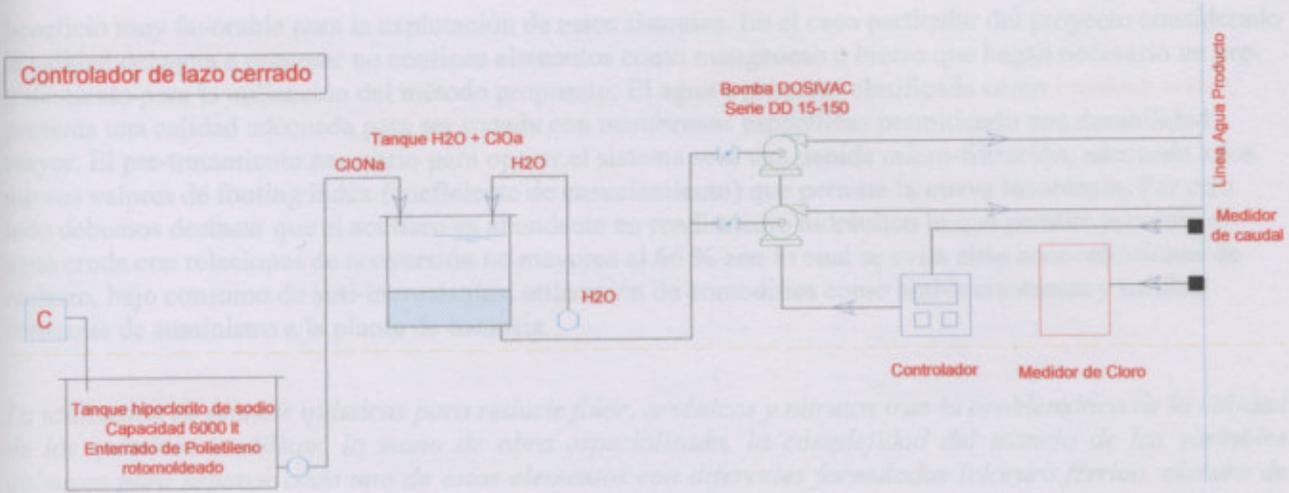
$$\frac{100000 \text{ mg}}{16\ 800\ 000} = 0.00595 \text{ ppm (mg/l)}$$

$$\frac{1 \text{ mg}}{0.00595 \text{ mg/l}} = 168 \text{ l / día / 24 horas} = 7 \text{ lt x hora de ClONa}$$

Adoptamos un valor de 10 lt por hora de consumo, teniendo en cuenta que los valores oscilan entre en 80 a 100 % de pureza del producto entregado por el fabricante. Ver anexo Bomba adoptada.

14. JUSTIFICACION DEL TRATAMIENTO POR CL

Después de analizar la calidad de la fuente de suministro mediante análisis físico-químicos completos en un número de muestras representativas del agua a tratar, extraídas en un periodo de diferentes condiciones climáticas y ambientales se observó que se alcanzaría reducir el consumo de sustancias químicas, floculantes y coagulantes, por lo tanto se optó por utilizar un sistema capaz de retener simultáneamente todos los parámetros mencionados en el agua tratada mejorando de manera integral. Es importante destacar que el sistema tecnológico en la calidad de membranas ha permitido un sistema de tratamiento en una relación costo-



13. DISPOSICION FINAL DEL RECHAZO

El rechazo sera vertido a cloacas, como lo es actualmente, considerando que este producto cumple con la resolucion 11220 de la legislación nacional.

ANEXO B: LIMITES PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES CLOACALES

DETERMINANTE	UNIDADES	LIMITE	LIMITE OBLIGATORIO	RECOMENDADO	SIN
1 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (@ 20C sin nitrificación)	mg/l O2	50	20	300	
2 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (Dicromo potasio)	mg/l O2	125	75	375	
3 TOTAL DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS (secado @ 105 C)	mg/l	60	20	500	
4 ACEITES Y GRASAS (sustancias solubles en eter etílico)	mg/l	50	-	200	
5 FOSFORO (Total)	mg/l p 2	Los límites podrán - ser derogados si el agua receptora no está sujeta a eutroficación			
6 NITROGENO (Total)	mg/l N	15	Los límites podrán - ser derogados si el agua receptora no está sujeta a eutroficación		
7 TEMPERATURA	c	45	En el caso de 45 plantas que tomen agua para refrigeración y luego la descarguen en el río la temperatura del agua de descarga no debe exceder a la de extracción en más de 10 C. Podrán aplicarse límites más estrictos si es realmente necesario para proteger el medio ambiente de los peces		
8 pH	Unidades	8,5 > pH > 7,5	El uso de químicos para corregir el pH no debe provocar que se infrinjan otros límites aplicables		
9 AMONIACO (Total)	mg/l N	25	Los límites podrán ser derogados si el agua receptora no. es usada para el abastecimiento de usos humanos o para el sostén de zonas de pesca reconocidas		
10 COLIFORMES (Total)	NMP por 100 ml	5000	Si el cuerpo receptor se utiliza para propósitos recreativos con contacto físico con el agua las autoridades de regulación podrán exigir que la descarga sea desinfectada. Esta desinfección no deberá causar que se infrinjan otros límites aplicables		
11 COLIFORMES	NMP por 100	1000	- - FECALES		
12 FENOLES	fg/1C6H5	50 - 500	OH		
13 HIDROCARBUROS	mg/l	50 - 100	TOTALES		
14 CIANURO	fg/1 Cn	100 - 100			
15 DETERGENTES	mg/l	3	No deberá formarse espuma en el cuerpo receptor		
16 CROMO	fg/1 Cr	200 - 200			
17 CADMIO	fg/1 Cd	100 - 100			
18 PLOMO	fg/1 Pb	500 - 500			
19 MERCURIO	fg/1 Hg	5 - 5			
20 ARSENICO	mg/l As	500 - 500			
21 SULFUROS					

Nota: el contenido de arsenico en el agua cruda del sistema contiene un maximo de 200 mg/l donde la remoción del mismo es del 60 % por lo tanto el rechazo contiene alrededor de 30 mg/l cumpliendo con lo enunciado en la ley 11220 anexo B.

14. JUSTIFICACION DEL TRATAMIENTO POR O.I.

Después de analizar la calidad de la fuente de provisión mediante análisis fisico-químicos completos en un número de muestras representativas del agua a tratar, extraídas en un periodo de diferentes condiciones climáticas y ambientales se observó que es necesario reducir el contenido de salinidad, arsénico, flúor, y nitratos, por lo tanto un método eficiente y capaz de retener simultáneamente todos los parámetros mencionados es el que utiliza membranas de osmosis inversa. Es importante destacar que el avance tecnológico en la calidad de membranas ha posicionado este sistema de tratamiento en una relación costo-



beneficio muy favorable para la explotación de estos sistemas. En el caso particular del proyecto considerado la calidad del agua a procesar no contiene elementos como manganeso o hierro que hagan necesario un pre-tratamiento para la utilización del método propuesto. El agua a procesar clasificada como **breakish-water**, presenta una calidad adecuada para ser tratada con membranas específicas permitiendo una durabilidad mayor. El pre-tratamiento necesario para operar el sistema será una debida micro-filtración, adecuada a los nuevos valores de fouling index (coeficiente de ensuciamiento) que permite la nueva tecnología. Por otro lado debemos destacar que el acuífero es abundante en rendimiento hidráulico lo que permite procesar el agua cruda con relaciones de conversión no mayores al 66 % con lo cual se evita altas concentraciones de rechazo, bajo consumo de anti-incrustantes, utilización de comodities como anti-incrustantes y calidad constante de suministro a la planta de osmosis.

La utilización de plantas químicas para reducir flúor, arsénicos y nitratos trae la problemática de la calidad de los químicos a utilizar, la mano de obra especializada, la complejidad del manejo de las variables químicas para separar cada uno de estos elementos con diferentes formulados (cloruro férrico, cloruro de poli-aluminios, etc.), por lo tanto se considera a estatecnología como no apropiada para la potabilización del agua.

15.CALCULO CISTERNA DE AGUA PRODUCTO CAPACIDAD 2000 M3 (CANT. 4)

Análisis de tensiones

Descripción

Se determinaron las tensiones y las deformaciones de la cisterna en base al calculo de elemento finito utilizando el programa denominado Solid Works. (MEF)

Propiedades del estudio

Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Tipo de solver	Solver tipo FFEPlus
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin

Unidades

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	m
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Propiedades de material

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Pileta	H-21	568531 kg	2.36888e+008 cm ³



Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Datos de aplicación:	

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.17e+005	kgf/cm ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.01	NA	Constante
Módulo cortante	8.75e+005	kgf/cm ²	Constante
Densidad	0.0024	kg/cm ³	Constante
Límite de tracción	175	kgf/cm ²	Constante
Límite de compresión	175	kgf/cm ²	Constante
Límite elástico	175	kgf/cm ²	Constante
Factor de endurecimiento (0.0-1.0; 0.0=isotrópico; 1.0=cinemático)	0.85	NA	Constante

Cargas y restricciones

Carga

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción
Presión-5 <Pileta>	activar 5 Cara(s) con presión 1 psi a lo largo de la dirección normal a la cara seleccionada utilizando la ecua, $0 + 0x + 0.036y + 0xy + x^2 + 0y^2$ con respecto al sistema de coordenadas Sistema de coordenadas3	Carga secuencial	Se tomo como presión sobre el piso y las 4 paredes al valor que corresponde a la densidad del liquido en este caso agua.

Definiciones de conector

Nombre de conector	Conjunto de selecciones	Tipo de carga	Descripción



SopORTE elástico-1 <Pileta>	SopORTE elástico Conectores activar 1 Cara(s); con rigidez normal distribuida de 2 (kgf/cm)/cm ² y rigidez cortante distribuida de 2 (kgf/cm)/cm ²	Carga secuencial	Se tomo como accion del suelo sobre las 4 caras de la pileta al valor del coef. de balasto que corresponde a 2 kg/cm ³ .
SopORTE elástico-2 <Pileta>	SopORTE elástico Conectores activar 4 Cara(s); con rigidez normal distribuida de 2 (kgf/cm)/cm ² y rigidez cortante distribuida de 2 (kgf/cm)/cm ²	Carga secuencial	Se tomo como accion del suelo sobre la cara inferior al valor que corresponde al coef. de balasto tomando 2 kg/cm ³ .

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.00744629	0.0999146	1.87929e+07	1.87929e+07

Fuerzas de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0	0	0	1e-033

Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	0	0	0	1e-033

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
--------	------	------	-----------	------	-----------

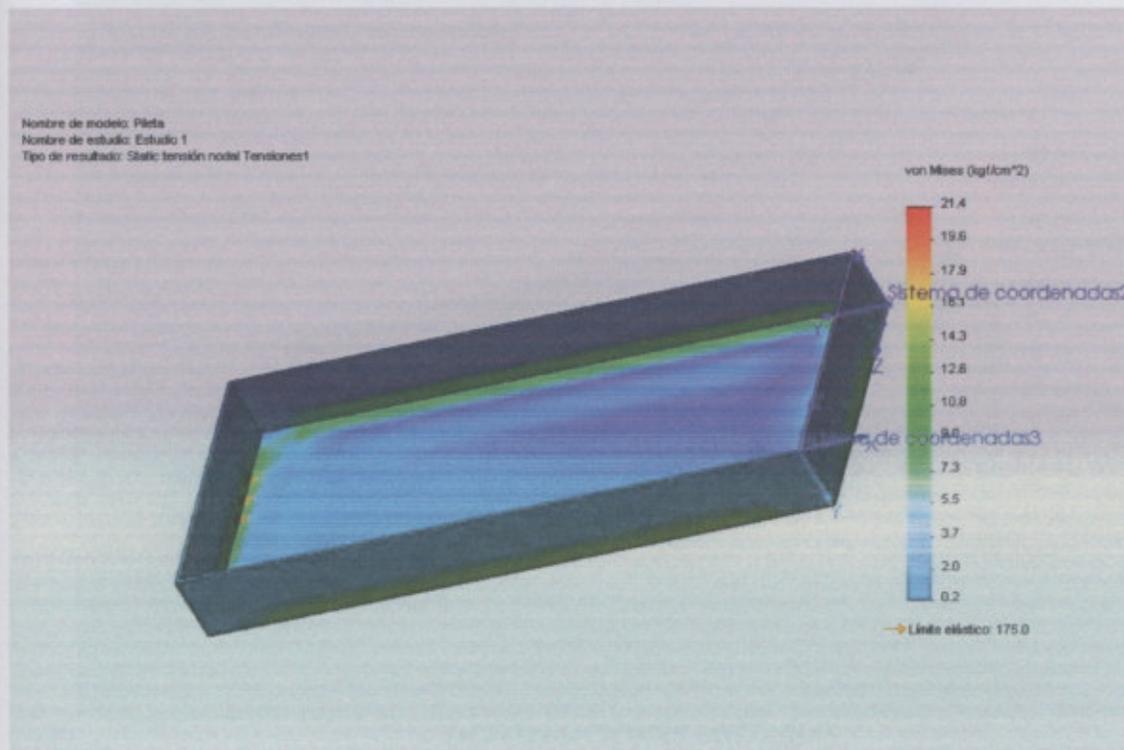


Tensiones I	VON: Tensión de von Mises	0.21165 kgf/cm ² Nodo: 5098	(28324 mm, 100 mm, 3383.33 mm)	21.3879 kgf/cm ² Nodo: 1806	(35800 mm, 6770 mm, 300 mm)
Desplazamientos I	URES: Desplazamiento resultante	0.393255 mm Nodo: 160	(36000 mm, 15000 mm, 4000 mm)	1.98053 mm Nodo: 1045	(5896 mm, 7500 mm, 300 mm)
Deformaciones unitarias I	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	9.02315e- 007 Elemento: 2568	(35900.2 mm, 1852.74 mm, 3691.23 mm)	2.3665e- 005 Elemento: 2096	(149.958 mm, 4993.17 mm, 866.165 mm)

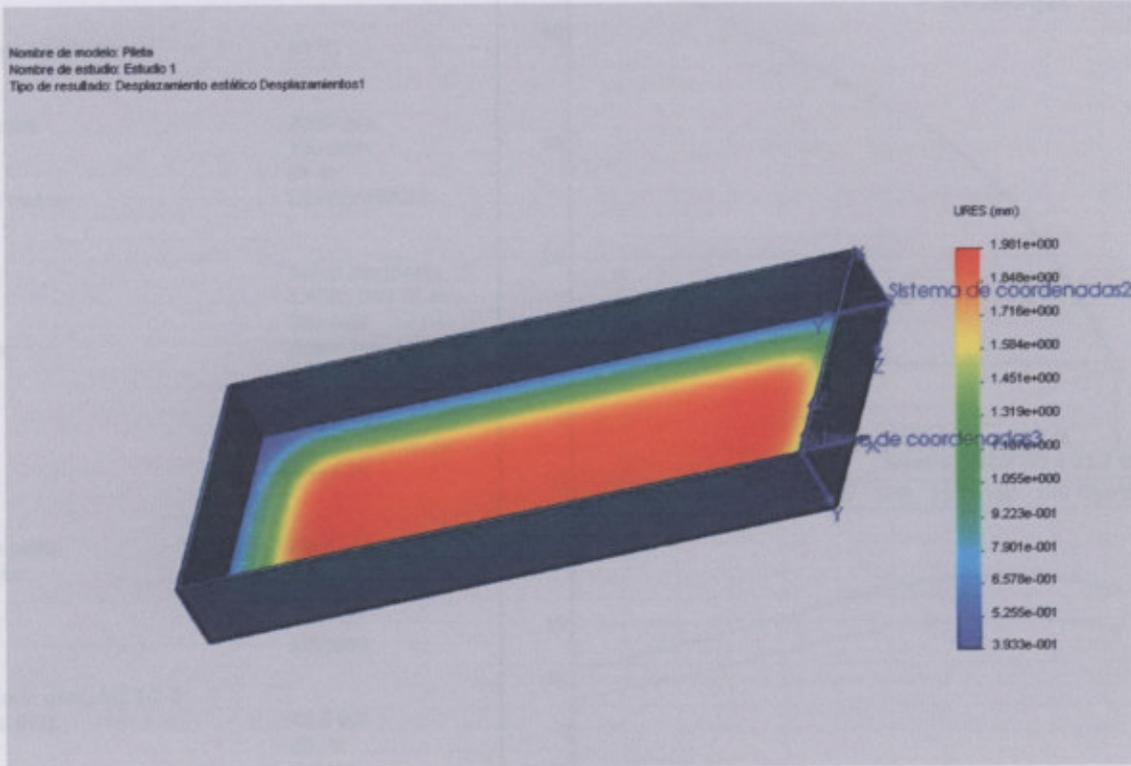
Conclusión

De acuerdo al análisis de tensiones observamos que las máximas se desarrollan en el fondo de la cisterna donde podemos decir que es lógico ya que en la zona inferior tenemos la máxima tensión ejercida por el líquido en correspondencia con el aumento de la profundidad. El color azul me indica los valores mínimos y llegando al color rojo de valores máximos. Debemos tener presente que para el caso de almacenamiento de líquidos sería conveniente que se tomaran elementos circulares ya que tendríamos una uniformidad de tensiones, en este caso al ser de forma rectangular las tensiones tienen sus valores mayores en las aristas, por lo tanto debemos considerar para el cálculo vigas longitudinales para absorber estas, en sentido transversal como longitudinal.

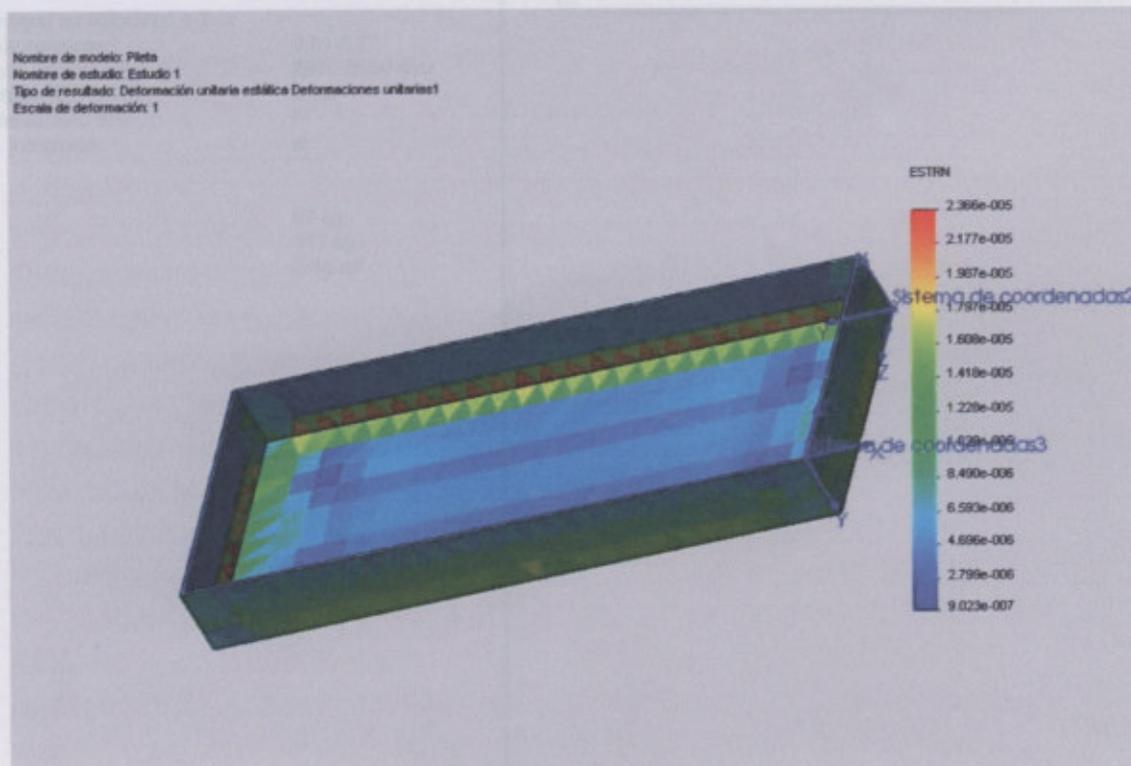
En el análisis de desplazamientos vemos en el fondo de la pileta donde se desarrollan los desplazamientos mayores considerando la misma gama de colores que en las tensiones.



TENSIONES



DESPLAZAMIENTOS



DEFORMACIONES UNITARIAS



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Venado Tuerto

GRUNDFOS

Empresa: COS

Creado Por: Carolina B. Gomez Rocci

Teléfono:

Fax:

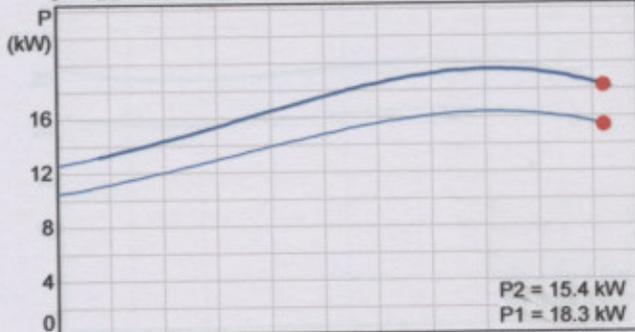
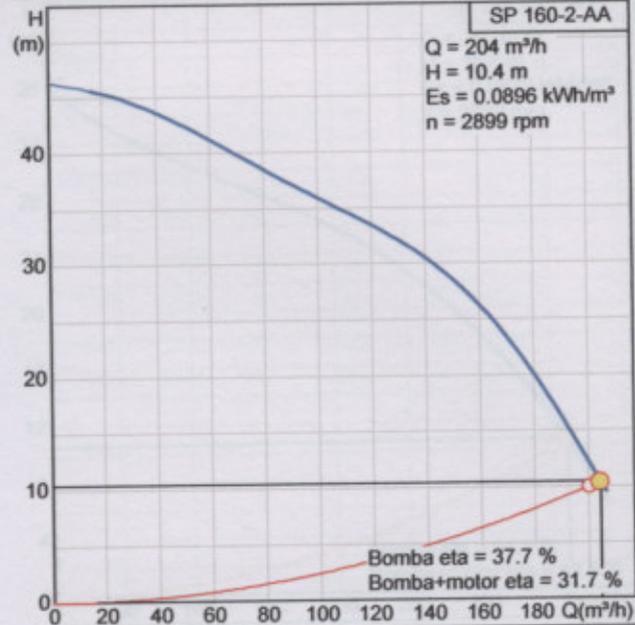
Fecha:

Ampliación del sistema de extracción,
producción y distribución de agua potable.

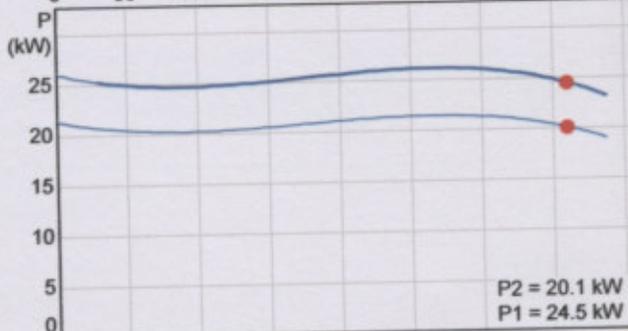
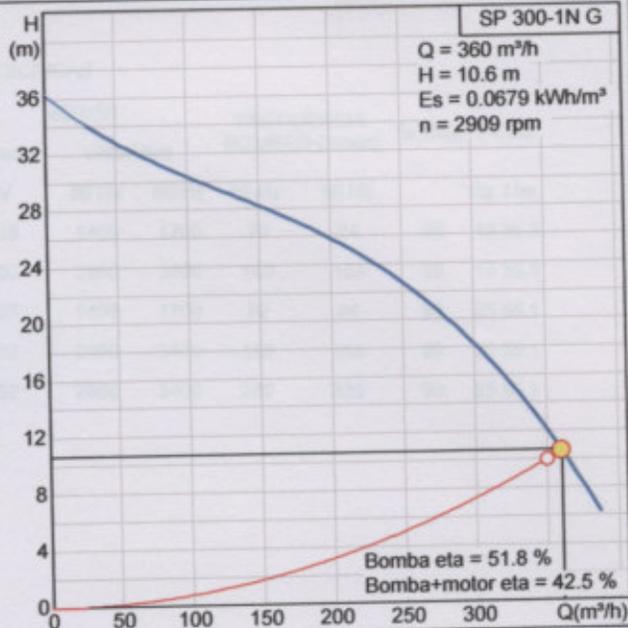
04/09/2009

Carolina B. Gómez Rocci

Descripción	Valor
Modelo:	SP 160-2-AA
Código:	200210B2
Número EAN:	5700394806770
Líquido:	
Temp. max. líquido a 0.15 m/sec:	40 °C
Datos técnicos:	
Velocidad de bomba:	2900 rpm
Caudal nominal:	160 m³/h
Altura nominal:	26 m
Tipo de cierre de motor:	CER/CARBON
Materiales:	
Material, bomba:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Material, impulsor:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Material, motor:	Acero inox. 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Instalación:	
Salida bomba, tamaño:	Rp 6
Diámetro del motor:	6 inch
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	MS6000
Potencia de entrada velocidad 1-2-3:	
Potencia nominal (P2):	18.5 kW
Frecuencia red:	50 Hz
Tipo de arranque:	directo
Corriente nominal:	76,5-76,5 A
Corriente de arranque en velocidad 1-2-3:	
Cos phi - factor de potencia:	0,81-0,77
Velocidad nominal:	2870-2880 rpm
Grado de protección (IEC 34-5):	IP58
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Sensor de temp. integrado:	sí
Otros:	
Peso neto:	97 kg
Peso bruto:	117 kg
Volumen:	0.18 m³



Descripción	Valor
Modelo:	SP 300-1N G
Código:	96430980
Número EAN:	5700393033153
Líquido:	
Temp. max. líquido a 0.15 m/sec:	25 °C
Datos técnicos:	
Velocidad de bomba:	2900 rpm
Caudal nominal:	300 m³/h
Altura nominal:	18 m
Materiales:	
Material, bomba:	Fundición EN-JL1040 DIN W.-Nr.
Material, impulsor:	Bronce libre de zinc 2.1050.01 DIN W.-Nr.
Material, motor:	Fundición 0.6025 DIN W.-Nr. 35-40 ASTM
Instalación:	
Conexión tubería, estándar:	DIN
Salida bomba, tamaño:	DN 175
Diámetro del motor:	8 inch
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	MMS8000
Potencia de entrada velocidad 1-2-3:	
Potencia nominal (P2):	26 kW
Frecuencia red:	50 Hz
Tipo de arranque:	directo
Corriente nominal:	59,0-56,5-55,0 A
Corriente de arranque en velocidad 1-2-3:	
Cos phi - factor de potencia:	0,87-0,85-0,84
Velocidad nominal:	2860-2880-2890 rpm
Grado de protección (IEC 34-5):	IP58
Sensor de temp. integrado:	no
Otros:	
Peso neto:	266 kg
Volumen:	0.415 m³





DOSIVAC

Modelo: V6.1.3.4, 02/10/2009, 10:00:00 AM



Serie DD - Especificaciones

ESPECIFICACIONES TECNICAS

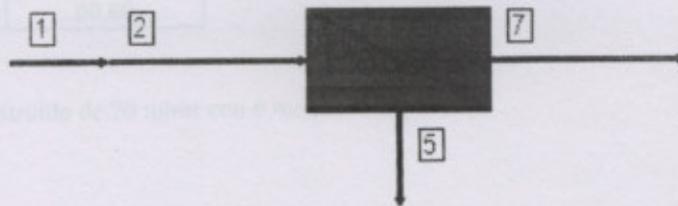
MOD.	RANGO CAUDAL (min-max)				PRESION MAXIMA		MOTOR Potencia CV	MOTOR Velocidad		FRECUENCIA BOMBEO (1/min)		% Reg:	PESO kg Lbs
	l/h		gph		kg/cm ²	PSI		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz									
DD 30	1.5-30	1.8-36	0.40-7.93	0.48-9.51	10	142	0.33	1400	1700	70	84	99	16 35.3
DD 60	3-60	3.6-72	0.79-15.85	0.95-19.02	10	142	0.50	2800	3400	140	168	99	16 35.3
DD 150	15-150	18-180	3.96-39.63	4.76-47.56	10	142	0.33	1400	1700	70	84	99	25 55.1
DD 300	30-300	36-360	7.93-79.26	9.51-95.11	10	142	0.50	2800	3400	140	168	99	25 55.1
DD 600	60-600	72-720	15.85-158.52	19.02-190.22	4	57	0.50	2800	3400	280	336	99	25 55.1

RO TDS	1,095.00 mg/l	% System Recovery (7:1)	60.00 %
RO Capacitance	RO Permeate SDI < 1	Flowing Factor (Flow 1)	0.85
Temperature	25.0 C		

	Flow 1
Flow	1
Flow Type	1.5-440l
Flow Vessels per Stage	20
Flow per Pressure Vessel	6
Number of Elements	120
Flow Average Flow	17.97 lph
Flow Average Flow	37.91 lph
Flow Back Pressure	0.00 bar
Flow Pressure	0.00 bar
Flow Flow	
Flow Consumption	0.61 kWh/m ³

The Flow approved by DOSIVAC is based on an ACTIVE membrane area. THIS IS NOT A WARRANTY. EXPRESSION OF THIS IS NOT A WARRANTY OF DURABILITY OR FITNESS. UNDER THE TERMS OF THE COMPANY'S POLICY, THE COMPANY ASSUMES LIABILITY FOR RESULTS OBTAINED OR DAMAGES INCURRED FROM THE APPLICATION OF THIS INFORMATION. THE COMPANY'S POLICY IS THE DETERMINING FACTOR IN THE COMPANY'S LIABILITY. IF, AS A RESULT OF PROPER USE OF THE DOSIVAC MEMBRANE, DAMAGE TO THE COMPANY SHOULD BE THE RESULT OF ANY DAMAGE OR CONSEQUENCE BY THE USER'S NEGLIGENCE OR THE COMPANY'S NEGLIGENCE.

System Design Overview



Raw Water TDS	1395.00 mg/l	% System Recovery (7/1)	60.00 %
Water Classification	RO Permeate SDI < 1	Fouling Factor (Pass 1)	0.85
Feed Temperature	25.0 C		

Pass #	Pass 1
Stage #	1
Element Type	LE-440i
Pressure Vessels per Stage	20
Elements per Pressure Vessel	6
Total Number of Elements	120
Pass Average Flux	37.93 l/mh
Stage Average Flux	37.93 l/mh
Permeate Back Pressure	0.00 bar
Booster Pressure	0.00 bar
Chemical Dose	-
Energy Consumption	0.63 kWh/m ³

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Pass 1			
Stream #	Flow (m³/h)	Pressure (bar)	TDS (mg/l)
1	310.06	0.00	1395.00
3	310.06	10.87	1395.01
5	124.02	8.45	3446.24
6	124.02	8.45	3446.24
7	186.04	-	22.92
7/1	% Recovery	60.00	

Project Information:

Simulacion equipo construido de 20 tubos con 6 membranas por tubo

Design Warnings:

-None-

Solubility Warnings:

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

CaF2 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. **DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN.** Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Project Information: Simulacion equipo construido de 20 tubos con 6 membranas por tubo

System Details

Feed Flow to Stage 1	310.06 m ³ /h	Pass 1 Permeate Flow	186.04 m ³ /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	310.06 m ³ /h	Pass 1 Recovery	60.00 %	Feed	0.86 bar
Feed Pressure	10.87 bar	Feed Temperature	25.0 C	Concentrate	2.08 bar
Fouling Factor	0.85	Feed TDS	1395.01 mg/l	Average	1.47 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	120	Average NDP	8.03 bar
Total Active Area	4905.12 M ²	Average Pass 1 Flux	37.93 lmh	Power	117.02 kW
Water Classification: RO Permeate SDI < 1				Specific Energy	0.63 kWh/m ³

Stage Element #PV #Ele	Feed Flow (m ³ /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m ³ /h)	Conc Flow (m ³ /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m ³ /h)	Avg Flux (lmh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1 LE-440i 20 6	310.06	10.52	0.00	124.02	8.45	186.04	37.93	0.00	0.00	22.92

Pass Streams (mg/l as Ion)						
Name	Feed	Adjusted Feed		Concentrate	Permeate	
		Initial	After Recycles	Stage 1	Stage 1	Total
NH4	0.05	0.05	0.05	0.10	0.01	0.01
K	19.19	19.19	19.19	44.60	2.25	2.25
Na	331.05	331.05	331.05	820.79	4.56	4.56
Mg	38.38	38.38	38.38	95.53	0.29	0.29
Ca	33.58	33.58	33.58	83.60	0.24	0.24
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3	1.95	1.95	1.95	11.69	0.00	0.00
HCO3	476.06	476.06	476.06	1166.10	6.90	6.90
NO3	35.50	35.50	35.50	82.62	4.08	4.08
Cl	362.27	362.27	362.27	899.90	3.86	3.86
F	2.09	2.09	2.09	5.17	0.03	0.03
SO4	45.94	45.94	45.94	114.52	0.22	0.22
SiO2	48.94	48.94	48.94	121.61	0.49	0.49
Boron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO2	14.07	14.07	14.07	17.80	14.85	14.84
TDS	1395.00	1395.01	1395.01	3446.24	22.92	22.92
pH	7.60	7.60	7.60	7.83	5.87	5.87

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN. Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Project: Equipo 2023 LE440i

Case: 1

C.Gomez. COS-UTN

2/19/2009

Design Warnings

-None-

Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

CaF2 (% Saturation) > 100%

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Stage Details

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m³/h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m³/h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
1		0.12	1.82	12.50	15.50	1395.01	10.52
2		0.12	1.70	15.43	13.68	1578.82	9.99
3		0.13	1.59	19.27	11.98	1800.45	9.54
4		0.14	1.49	24.36	10.39	2072.91	9.17
5		0.16	1.40	31.34	8.89	2415.83	8.87
6		0.17	1.30	41.27	7.50	2858.76	8.63

Permeate Flux reported by ROSA is calculated based on ACTIVE membrane area. **DISCLAIMER: NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, AND NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS, IS GIVEN.** Neither FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company assume liability for results obtained or damages incurred from the application of this information. FilmTec Corporation and The Dow Chemical Company assume no liability, if, as a result of customer's use of the ROSA membrane design software, the customer should be sued for alleged infringement of any patent not owned or controlled by the FilmTec Corporation nor The Dow Chemical Company.

Calculus

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

Problema de extracción
de agua potable
Carolina B. Gómez Ricci

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7.60	7.60	7.83
Langelier Saturation Index	0.18	0.18	1.16
Stiff & Davis Stability Index	0.51	0.51	1.15
Ionic Strength (Molal)	0.02	0.02	0.06
TDS (mg/l)	1395.00	1395.01	3446.24
HCO3	476.06	476.06	1166.10
CO2	14.07	14.07	17.80
CO3	1.95	1.95	11.69
CaSO4 (% Saturation)	0.31	0.31	1.23
BaSO4 (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
SrSO4 (% Saturation)	0.00	0.00	0.00
CaF2 (% Saturation)	19.46	19.46	297.49
SiO2 (% Saturation)	39.15	39.15	98.87
Mg(OH)2 (% Saturation)	0.00	0.00	0.01

To balance: 0.00 mg/l Cl added to feed.

LOSA L01 (plata)

$$q = 1700.0 \text{ Kg/m}^2$$

LOSA L02 (lateral 16.80 m)

$$q = 850.0 \text{ Kg/m}^2$$

LOSA L03 (lateral 4.20 m)

$$q = 850.0 \text{ Kg/m}^2$$

LOSA L04 (lata)

$$q = 1000.0 \text{ Kg/m}^2$$

1.2 SOLICITACIONES

M L01	$q \cdot b^2 / 8 =$	3748.50	kgm
M L02	$q \cdot b^2 / 8 =$	307.06	kgm
M L03	$q \cdot b^2 / 8 =$	307.06	kgm
M L04	$q \cdot b^2 / 8 =$	2205.00	kgm

1.3 DIMENSIONAMIENTO

Acero tipo III $\beta_s = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$
 Hércules H-71 $\beta_p = 175 \text{ Kg/cm}^2$

LOSA L01 (plata)

$$d = 20.00 \text{ cm}$$

$$h = 18.00 \text{ cm}$$

$$h_1 = 18.00 \text{ cm}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$m = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot \beta_s} = 0.059 \quad W_m = 4.172$$

Armadura X:

$$A_{sx} = \frac{W_m \cdot b \cdot h}{\beta_s \cdot \beta_p} = 2.87 \text{ cm}^2$$

Adoptar

1 Ø 12 cada 12 cm 2.43 cm^2

Armadura Y:



CALCULO CISTERNA AGUA CRUDA

I. LOSAS

Nº LOSA	Ly (mayor)	Lx (menor)	l= ly/lx	designación	e adop
01	16,80	4,20	4,00	DERECHA	0,20
02	16,80	1,70	9,88	DERECHA	0,20
03	4,20	1,70	2,47	DERECHA	0,20
04	16,8	4,20	4,00	DERECHA	0,18

1.1. ANALISIS DE CARGAS

LOSA L01 (piso)

$$qt = 1700,0 \text{ Kg./m}^2$$

LOSA L02 (lateral 16.80 m)

$$qt = 850,0 \text{ Kg./m}^2$$

LOSA L03 (lateral 4.20 m)

$$qt = 850,0 \text{ Kg./m}^2$$

LOSA L04 (techo)

$$qt = 1000,0 \text{ Kg./m}^2$$

1.2. SOLICITACIONES

M L01=	$q * lx^2 / 8 =$	3748,50	kgm
M L02=	$q * lx^2 / 8 =$	307,06	kgm
M L03=	$q * lx^2 / 8 =$	307,06	kgm
M L04=	$q * lx^2 / 8 =$	2205,00	kgm

1.3. DIMENSIONAMIENTO

Acero tipo III	$\beta\sigma =$	4200	Kg./cm ²
Hormigón H-21	$\beta\rho =$	175	Kg./cm ²

LOSA L01 (piso)

d =	20,00	cm
h =	19,00	cm
h1 =	18,00	cm
b =	100,00	cm

$$ms = \frac{M}{b * h^2 * br} = 0,059 \quad Wm = 0,112$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm * b * h}{\beta\sigma / \beta\rho} = 8,87 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 12 cada 12 cm 9,42 cm²/m

Armadura s/y:



$$Asy = 20\% Asx = 1,77 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 6 cada 15 cm 1,87 cm²/m

LOSA L02 (lateral 16.80m)

d = 20,00 cm
h = 19,00 cm
h1 = 18,00 cm
b = 100,00 cm

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,005 \quad Wm = 0,009$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,92 cm²/m

Armadura s/y:

$$Asy = 20\% Asx = 0,14 \text{ cm}^2$$

N° VIGA	L (m)	b (cm)	d (cm)	h (cm)	PP (kg/m)	observación
02	4,20	100	20	19	192,00	normal

LOSA L03 (lateral 4,20m)

d = 20,00 cm
h = 19,00 cm
h1 = 18,00 cm
b = 100,00 cm

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,005 \quad Wm = 0,009$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,92 cm²/m

Armadura s/y:

$$Asy = 20\% Asx = 0,14 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 6 cada 20 cm 1,41 cm²/m



LOSA L04 (techo)

$$d = 15,00 \text{ cm}$$

$$h = 14,00 \text{ cm}$$

$$h1 = 13,00 \text{ cm}$$

$$b = 100,00 \text{ cm}$$

$$ms = \frac{M}{b * h^2 * br}$$

$$= 0,064$$

$$Wm = 0,122$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm * b * h}{\beta\sigma/\beta\rho}$$

$$= 7,12 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 12 cada 14 cm 8,07 cm²/m

Armadura s/y:

$$Asy = 20\% Asx$$

$$= 1,42 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 6 cada 15 cm 1,87 cm²/m

2.VIGAS

DATOS

Nº VIGA	L (m)	b (m)	d (m)	h (m)	PP (kg/m)	observación
01	4,20	0,20	0,40	0,38	192,00	normal
02	4,20	0,20	0,40	0,38	192,00	normal

2.1.ANÁLISIS DE CARGAS

VIGA V01 simple

	L(m)	e(m)	q (kg/m ³)	q (kg/m)
Losa de H°	1,00	0,20	2400,0	<u>480,0</u>
Peso propio viga				pp = 192,0
				q = 1992,0

VIGA V02 continua

	L(m)	e(m)	q (kg/m ³)	q (kg/m)
Losa de H°	2	0,2	2400	<u>960,0</u>
Peso propio viga				pp = 192,0
				q = 1152,0

2.2.SOLICITACIONES

M V01ap=		5737,00	kgm
M V02 ap=	barra 1	2177,00	kgm
M V02 tr=	barra 1	1567,00	kgm

2.3.DIMENSIONAMIENTO



Acero tipo III	$\beta\sigma = 42000000 \text{ kg/m}^2$	
Hormigón H-21	$\beta\rho = 1750000 \text{ kg/m}^2$	
T012 =	75000	ZONA 1
T02 =	180000	ZONA 2
T03 =	300000	ZONA 3

VIGA V01 simple

Armadura:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,114 \quad Wm = 0,227$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 7,19 \text{ cm}^2$$

Adopto: 4 \emptyset 16 8,04 cm²

Armadura corte:

Q = barra 1 3969,00 kg
d = 0,05 m
z = h - d/2 = 0,33 m

$\sigma\epsilon = 2400 \text{ kg/cm}^2$
To = $Q / (b \cdot z) = 60136,36 \text{ kg/m}^2$
T = $\mu \text{ To} = 24054,55 \text{ kg/m}^2$

T = 2,41 kg/cm^2
Az = $\frac{T \cdot b \cdot 100}{\sigma\epsilon} = 2,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

ZONA 1

Adopto: 1 \emptyset 6 cada 20 cm 2,83 cm²/m

VIGA V02 continua

Armadura apoyo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,039 \quad Wm = 0,073$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 2,31 \text{ cm}^2$$

Adopto: 4 \emptyset 10 3,16 cm²

Armadura tramo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,031 \quad Wm = 0,061$$



$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 1,93 \text{ cm}^2$$

Adopto: 4 \emptyset 8 2 cm²

Armadura corte:

Q = barra 1 4187,00 kg
d = 0,05 m
z = h - d/2 = 0,33 m
 $\sigma\epsilon$ = 2400 kg/cm²
To = Q / (b * z) = 63439,39 kg/m² **ZONA 1**
T = To2 / T02 = 22358,65 kg/m²
T = 2,24 kg/cm²
Az = $\frac{T \cdot b \cdot 100}{\sigma\epsilon} = 1,86 \text{ cm}^2/\text{m}$

Adopto: 1 \emptyset 6 cada 20 cm 2,83 cm²/m

3.COLUMNAS

DATOS

N° COL.	H (m)	cx (m)	cy (m)	x (m)	y (m)	PP (kg)
01	2,00	0,20	0,20	0,25	0,25	192,00
02	2,00	0,20	0,20	0,25	0,25	192,00

3.1. ANÁLISIS DE CARGAS

COLUMNA C01 BORDE

Viga V01

Peso propio columna

$$\begin{aligned} R \text{ (kg)} &= 1900,0 \\ \hline &1900,0 \\ pp &= 192,0 \\ N &= \boxed{2092,0} \end{aligned}$$

COLUMNA C02 INTERMEDIA

Viga V01

Peso propio columna

$$\begin{aligned} R \text{ (kg)} &= 5529,0 \\ \hline &5529,0 \\ pp &= 192,0 \\ N &= \boxed{5721,0} \end{aligned}$$

3.2. DIMENSIONAMIENTO

Acero tipo III $\beta\sigma = 42000000 \text{ kg/m}^2$
Hormigón H-21 $\beta\rho = 1750000 \text{ kg/m}^2$
 $\mu\sigma = 0,01 \text{ (1\%)}$

COLUMNA C01



$$Ab = \frac{2,1 N}{(\beta\rho + \mu\sigma * \beta\sigma)} = 20,245 \text{ cm}^2$$

Adopto $b = 20 \text{ cm}$
 $d \text{ min.} = Ab / b = 1,01 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 20,00 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 400 \text{ cm}^2$

Armadura:

$Ast \text{ min.} = 0,008 * Ab \text{ adop.} = 3,2 \text{ cm}^2$
 $Ast = \mu\sigma * A\beta \alpha\delta\sigma\pi. = 4,00 \text{ cm}^2$ **Verifica**

Adopto: 4 \emptyset 12 4,52 cm²

Estribos:

separación $< d \text{ min.} = 20,00 \text{ cm}$
 $< 12 * \emptyset = 14,40 \text{ cm}$

Adopto: 1 \emptyset 6 cada 15 cm

COLUMNA C02 intermedia

$$Ab = \frac{2,1 N}{(\beta\rho + \mu\sigma * \beta\sigma)} = 55,365 \text{ cm}^2$$

Adopto $b = 20 \text{ cm}$
 $d \text{ min.} = Ab / b = 2,77 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 20,00 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 400 \text{ cm}^2$

Armadura:

$Ast \text{ min.} = 0,008 * Ab \text{ adop.} = 3,2 \text{ cm}^2$
 $Ast = \mu\sigma * A\beta \alpha\delta\sigma\pi. = 4,00 \text{ cm}^2$ **Verifica**

Adopto: 4 \emptyset 12 4,52 cm²

Estribos:

separación $< d \text{ min.} = 20,00 \text{ cm}$
 $< 12 * \emptyset = 14,40 \text{ cm}$

Adopto: 1 \emptyset 6 cada 15 cm

4.BASES CENTRADAS

DATOS

N° BASE	Nfund.	x (m)	y (m)	lx (m)	ly (m)	d
---------	--------	-------	-------	--------	--------	---



01	-5,00	0,25	0,25	1,00	1,00	0,20
02	-5,00	0,25	0,25	1,00	1,00	0,20

4.1. ANÁLISIS DE CARGAS

BASE B01 Columna C01' N = 2092,0 kg

BASE B02 Columna C02' N = 5721,0 kg

4.2. DIMENSIONAMIENTO

Tensión de suelo $\tau\tau = 0,90 \text{ kg/cm}^2$
 Acero tipo III $\beta\sigma = 42000000 \text{ kg/m}^2$
 Hormigón H-17 $\beta\rho = 1400000 \text{ kg/m}^2$
 $\alpha\varepsilon = 1,3$
 $T011 = 45000 \text{ kg/m}^2$

BASE B01

Ndim = $1,2 * N = 2510,40 \text{ kg}$
 Área nec. = $\frac{Ndim}{\tau\tau} = 2789,3333 \text{ cm}^2$

$\alpha = \frac{y}{x} = 1,00$

$lx = (\text{Área nec.} / a)^{1/2} = 52,81 \text{ cm}$

$ly = a * lx = 52,81 \text{ cm}$

verif. la secc adoptada

Altura de la losa

dirección x $do = (lx-x) / 4 = 0,19 \text{ m}$
 dirección y $do = (ly-y) / 4 = 0,19 \text{ m}$
 Adopto $hx = 0,40 \text{ m}$
 $hy = 0,38 \text{ m}$
 $do = 0,45 \text{ m}$
 $d = 0,20 \text{ m}$

Verificaciones de altura de losa

longitud voladizo corto = $0,38 \text{ m}$ $h < 1,5 lv$ *Verifica*
 altura de calculo = $0,40 \text{ m}$

longitud voladizo corto = $0,38 \text{ m}$ ángulo < 45
 desnivel del faldón = $0,25 \text{ m}$ ángulo = $33,34$ *Verifica*

Dimensionamiento a flexión

$Mx = \frac{N (lx-x)^2}{lx \cdot 8} = 147,09 \text{ kgm}$



$$m_s = \frac{M}{b \cdot h_x^2 \cdot b_r} = 0,003 \quad W_m = 0,006$$

$$A_{sx} = \frac{W_m \cdot b \cdot h_x}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,20 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 15 cm 5,27 cm²/m

$$M_y = \frac{N (l_y - y)^2}{l_y \cdot 8} = 147,09 \text{ kgm}$$

$$m_s = \frac{M}{b \cdot h_y^2 \cdot b_r} = 0,003 \quad W_m = 0,006$$

$$A_{sx} = \frac{W_m \cdot b \cdot h_y}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,19 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 15 cm 5,27 cm²/m

Verificación al punzonado

$$\begin{aligned} h_m &= (h_x + h_y) / 2 = 0,39 \text{ m} \\ c &= 1,13(x \cdot y)^{1/2} = 0,28 \text{ m} \\ d_r &= c + h_m = 0,67 \text{ m} \\ d_k &= c + 2 h_m = 1,06 \text{ m} \\ p &= N / (l_x \cdot l_y) = 2092,00 \text{ kg/m}^2 \\ U &= 3,14 \cdot d_r = 2,11 \text{ m} \\ Q_r &= N - (p \cdot 3,14 \cdot d_k^2 / 4) = 238,09 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h'_x &= 0,26 \text{ m} & h'_m &= 0,26 \text{ m} \\ h'_y &= 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T_r = Q_r / (U \cdot h'_m) = 435,05 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \mu_\xi &= 0,2033 \% & \mu &= 0,2033 \% \\ \mu_\psi &= 0,2033 \% \end{aligned}$$

$$\gamma_l = 1,3 \cdot a_e \cdot m^{1/2} = 0,76$$

$$T_r < \gamma_l \cdot T_{011} \\ 435,05 < 34293,75 \quad \text{VERIFICA, no necesita armadura de corte}$$

BASE B02

$$\begin{aligned} N_{dim} &= 1,2 \cdot N = 6865,20 \text{ kg} \\ \text{Área nec.} &= \frac{N_{dim}}{\tau} = 7628 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$



$$\alpha = \quad y / x = \quad 1,00$$

$$lx = (\text{Área nec.} / a) 1/2 = \quad 87,34 \quad \text{cm}$$

$$ly = \quad a * lx = \quad 87,34 \quad \text{cm}$$

*Verifica la
secc adop.*

Altura de la losa

dirección x	do= (lx-x) / 4	do=	0,19	m
dirección y	do= (ly-y) / 4	do=	0,19	m
	Adopto	hx=	0,35	m
		hy=	0,33	m
		do=	0,40	m
		d=	0,20	m

Verificaciones de altura de losa

longitud voladizo corto =	0,38	m	h < 1,5 lv	<i>Verifica</i>
altura de calculo =	0,35	m		
longitud voladizo corto =	0,38	m	ángulo < 45	
desnivel del faldón =	0,20	m	ángulo = 38,66	<i>Verifica</i>

Dimensionamiento a flexión

$$M_x = \frac{N (lx-x)^2}{lx \cdot 8} = 402,26 \quad \text{kgm}$$

$$m_s = \frac{M}{b * h_x^2 * br} = 0,009 \quad \quad \quad W_m = 0,017$$

$$A_{sx} = \frac{W_m * b * h_x}{\beta\sigma / \beta\rho} = 0,50 \quad \text{cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 15 cm 5,27 cm²/m

$$M_y = \frac{N (ly-y)^2}{ly \cdot 8} = 402,26 \quad \text{kgm}$$

$$m_s = \frac{M}{b * h_y^2 * br} = 0,011 \quad \quad \quad W_m = 0,069$$

$$A_{sy} = \frac{W_m * b * h_y}{\beta\sigma / \beta\rho} = 1,90 \quad \text{cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 15 cm 5,27 cm²/m

Verificación al punzonado



ESPECIFICACIONES Y CÁLCULOS PARA LA CISTERNA

$$\begin{aligned}
 hm &= (hx + hy) / 2 = 0,34 \text{ m} \\
 c &= 1,13(x*y)^{1/2} = 0,28 \text{ m} \\
 dr &= c + hm = 0,62 \text{ m} \\
 dk &= c + 2 hm = 0,96 \text{ m} \\
 p &= N / (lx*ly) = 5721,00 \text{ kg/m}^2 \\
 U &= 3,14 * dr = 1,95 \text{ m} \\
 Qr &= N - (p * 3,14 * dk^2/4) = 1560,52 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h'x &= 0,25 \text{ m} & h'm &= 0,25 \text{ m} \\
 h'y &= 0,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$Tr = Qr / (U * h'm) = 3184,97 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \mu\xi &= 0,2102 \% & \mu &= 0,2102 \% \\
 \mu\psi &= 0,2102 \%
 \end{aligned}$$

$$\gamma l = 1,3 * ae * m^{1/2} = 0,77$$

$$\begin{aligned}
 Tr &< \gamma l * T011 \\
 3184,97 &< 34870,34 \quad \text{VERIFICA, no necesito armadura de corte}
 \end{aligned}$$



DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Proyecto : C:V02
CISTERNA AGUA CRUDA

Hipotesis No. : 1

Unidades : TON M GRAD

[Nodo]	Coord X	Coord Y	Desp X	Desp Y	Rotacion
1	0.000	0.000	0.000000	0.000000	-44003158
2	4.200	0.000	0.000000	0.000000	11000789
3	8.400	0.000	0.000000	0.000000	-0.000376
4	12.600	0.000	0.000000	0.000000	-11000789
5	16.800	0.000	0.000000	0.000000	44003158

[No.]	Ni	Nf	Mi	Qi	Ni	Mj	Qj	Nj
1	1	2	0.0000000	-1.900800	0.0000000	-2.177280	2.9376000	0.0000000
2	2	3	-2.177280	-2.592000	0.0000000	-1.451520	2.2464000	0.0000000
3	3	4	-1.451520	-2.246400	0.0000000	-2.177280	2.5920000	0.0000000
4	4	5	-2.177280	-2.937600	0.0000000	0.0000000	1.9008000	0.0000000

[No.]	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	1.9008000	0.0000000
2	0.0000000	5.5296000	0.0000000
3	0.0000000	4.4928000	0.0000000
4	0.0000000	5.5296000	0.0000000
5	0.0000000	1.9008000	0.0000000

BARRA : 1 Long Original : 4.200 Long Deformada : 4.200

x	0.0000	0.4200	0.8400	1.2600	1.6800	2.1000	2.5200	2.9400	3.3600	3.7800	4.2000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

M	0.0000	0.6967	1.1902	1.4805	1.5676	1.4515	1.1321	0.6096	-0.116	-1.045	-2.177
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Q	-1.900	-1.416	-0.933	-0.449	0.0345	0.5184	1.0022	1.4860	1.9699	2.4537	2.9376
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

@	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999
---	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

y	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

f	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

BARRA : 2 Long Original : 4.200 Long Deformada : 4.200

x	0.0000	0.4200	0.8400	1.2600	1.6800	2.1000	2.5200	2.9400	3.3600	3.7800	4.2000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

M	-2.177	-1.190	-0.406	0.1741	0.5515	0.7385	0.6967	0.4644	0.0290	-0.609	-1.451
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Q	-2.592	-2.108	-1.624	-1.140	-0.656	-0.172	0.3110	0.7948	1.2787	1.7625	2.2464
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

@	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	99999	99999	99999	99999	-33002
---	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	--------

y	0.0000	20001	-40565	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-38058
---	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

f	0.0000	20001	-40565	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-38058
---	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

BARRA : 3 Long Original : 4.200 Long Deformada : 4.200

x	0.0000	0.4200	0.8400	1.2600	1.6800	2.1000	2.5200	2.9400	3.3600	3.7800	4.2000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

M	-1.451	-0.609	0.0290	0.4644	0.7385	0.7257	0.5515	0.1741	-0.406	-1.190	-2.177
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Q	-2.246	-1.762	-1.278	-0.794	-0.311	0.1728	0.6566	1.1404	1.6243	2.1081	2.5920
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

@	33002	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	99999	99999	99999	99999	-99999
---	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	--------

y	0.0000	-38058	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-38058
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

f	0.0000	-38058	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-38058
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

BARRA : 4 Long Original : 4.200 Long Deformada : 4.200



```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.4200|0.8400|1.2600|1.6800|2.1000|2.5200|2.9400|3.3600|3.7800|4.2000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-2.177|-1.045|-0.116|0.6096|1.1321|1.4515|1.5676|1.4805|1.1902|0.6967|0.0000|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-2.937|-2.453|-1.969|-1.486|-1.002|-0.518|-0.034|0.4492|0.9331|1.4169|1.9008|
@ |-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|

```

Barra	Valor
1A	0,30
1A	0,30
1A	0,30
1A	0,18

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 4

| M+ | M- | Q+ | Q- | N+ | N- | @ | f |

VALOR | 1.5676|-2.177|2.9376|-2.937|0.0000|0.0000|99999|99999|
 BARRA | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 |

q ₁	4000,0	Kg/m ²
q ₂	2000,0	Kg/m ²
q ₃	2000,0	Kg/m ²
q ₄	1000,0	Kg/m ²

LOSA L12 (lateral s/ 30m)

LOSA L13 (lateral s/ 15m)

LOSA L14 (techo)

1.2 SOLICITACIONES

M L11-	q * b2 / 8 =	28125,00	kgm
M L12-	q * b2 / 8 =	1000,00	kgm
M L13-	q * b2 / 8 =	1000,00	kgm
M L14-	q * b2 / 8 =	7831,25	kgm

1.3 DIMENSIONAMIENTO

Acero tipo III $\rho_s = 4200 \text{ Kg/cm}^3$
 Hormigón II-2/ $\rho_c = 175 \text{ Kg/cm}^3$

LOSA L11 (plata)

d = 30,00 cm
 h = 25,00 cm
 b1 = 25,00 cm
 b = 100,00 cm

$$m_s = \frac{M}{b \cdot d^2 \cdot \rho_s} = 0,191 \quad W_n = 0,426$$

Armadura s1:

$$A_{s1} = \frac{W_n \cdot b \cdot h}{\rho_s \cdot d} = 51,48 \text{ cm}^2$$

Adoptr:

1 0 32 cada 15 cm 33,33 cm²/m

Armadura s2:

$$A_{s2} = 20\% A_{s1} = 10,30 \text{ cm}^2$$



CALCULO CISTERNA AGUA PRODUCTO

1. LOSAS

Nº LOSA	Ly (mayor)	Lx (menor)	l= ly/lx	designación	e adop
01	36,00	7,50	4,80	DERECHA	0,30
02	6,00	2,00	3,00	DERECHA	0,20
03	7,50	2,00	3,75	DERECHA	0,20
04	36	7,50	4,80	DERECHA	0,18

1.1. ANALISIS DE CARGAS

LOSA L01 (piso)

$$qt = 4000,0 \text{ Kg./m}^2$$

LOSA L02 (lateral s/ 36m)

$$qt = 2000,0 \text{ Kg./m}^2$$

LOSA L03 (lateral s/ 15m)

$$qt = 2000,0 \text{ Kg./m}^2$$

LOSA L04 (techo)

$$qt = 1000,0 \text{ Kg./m}^2$$

1.2. SOLICITACIONES

M L01=	$q * lx2 / 8 =$	28125,00	kgm
M L02=	$q * lx2 / 8 =$	1000,00	kgm
M L03=	$q * lx2 / 8 =$	1000,00	kgm
M L04=	$q * lx2 / 8 =$	7031,25	kgm

1.3. DIMENSIONAMIENTO

Acero tipo III

$$\beta\sigma = 4200 \text{ Kg./cm}^2$$

Hormigón H-21

$$\beta\rho = 175 \text{ Kg./cm}^2$$

LOSA L01 (piso)

$$d = 30,00 \text{ cm}$$

$$h = 29,00 \text{ cm}$$

$$h1 = 28,00 \text{ cm}$$

$$b = 100,00 \text{ cm}$$

$$ms = \frac{M}{b * h^2 * br} = 0,191$$

$$Wm = 0,426$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm * b * h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 51,48 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 32 cada 15 cm 53,55 cm²/m

Armadura s/y:

$$Asy = 20\% Asx = 10,30 \text{ cm}^2$$



Adopto: **1 Ø 12** cada **10** cm **11,3** cm²/m

LOSA L02 (lateral s/36m)

d = 20,00 cm
h = 19,00 cm
h1 = 18,00 cm
b = 100,00 cm

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,016 \quad Wm = 0,029$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 2,30 \text{ cm}^2$$

Adopto: **1 Ø 8** cada **16** cm **3,125** cm²/m

Armadura s/y:

$$Asy = 20\% Asx = 0,46 \text{ cm}^2$$

Adopto: **1 Ø 6** cada **25** cm **1,128** cm²/m

LOSA L03 (lateral s/15m)

d = 20,00 cm
h = 19,00 cm
h1 = 18,00 cm
b = 100,00 cm

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,016 \quad Wm = 0,029$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 2,30 \text{ cm}^2$$

Adopto: **1 Ø 8** cada **16** cm **3,125** cm²/m

Armadura s/y:

$$Asy = 20\% Asx = 0,46 \text{ cm}^2$$

Adopto: **1 Ø 6** cada **25** cm **1,128** cm²/m

LOSA L04 (techo)

d = 18,00 cm
h = 17,00 cm
h1 = 16,00 cm
b = 100,00 cm



$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,139 \quad Wm = 0,285$$

Armadura s/x:

$$Asx = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 20,19 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 20 cada 15 cm 21,98 cm²/m

Armadura s/y:

$$Asy = 20\% Asx = 4,04 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 12 cm 5,53 cm²/m

2.VIGAS

DATOS

Nº VIGA	L (m)	b (m)	d (m)	h (m)	PP (kg/m)	observación
01	6,00	0,20	0,40	0,38	192,00	normal
02	7,50	0,20	0,40	0,38	192,00	normal
03	6,00	0,45	0,30	0,28	324,00	normal
04	6,00	0,20	0,40	0,38	192,00	incluida

2.1. ANÁLISIS DE CARGAS

VIGA V01 PERIMETRAL DE ENCADENADO INTERMEDIO - 36,00 m

	L(m)	e(m)	q (kg/m ³)	q (kg/m)
Losa de H°	2,00	0,20	2400,0	960,0
Peso propio viga				pp = 192,0
				q = 1152,0

VIGA V02 PERIMETRAL INTERMEDIA - 15,00 m

	L(m)	e(m)	q (kg/m ³)	q (kg/m)
Losa de H°	2	0,2	2400	960,0
Peso propio viga				pp = 192,0
				q = 1152,0

VIGA V03 CENTRAL INFERIOR - 36,00 m

			q (kg/m)
Losa de H°			peso agua 2000,0
Peso propio viga			pp = 192,0
			q = 2192,0

VIGA V04 CENTRAL SUPERIOR - 36,00 m

	L(m)	e(m)	q (kg/m ³)	q (kg/m)
Losa de viguetas de H°	6	0,15	1600	1440,0
Peso propio viga				pp = 192,0
				q = 1632,0

2.2. SOLICITACIONES

M V01ap =	barra 1	4386,00	kgm
M V01tr =	barra 1	3222,00	kgm



M V02 ap=	barra 1	8100,00	kgm
M V02 tr=	barra 2	4555,00	kgm
M V03ap=	barra 1	4538,00	kgm
M V03 tr=	barra 6	3334,00	kgm
M V04 ap=	barra 1	6214,00	kgm
M V04 tr=	barra 2	4564,00	kgm

2.3.DIMENSIONAMIENTO

Acero tipo III	$\beta\sigma =$	42000000	kg/m ²	
Hormigón H-21	$\beta\rho =$	1750000	kg/m ²	
	T012 =	75000	kg/m ²	ZONA 1
	T02 =	180000	kg/m ²	ZONA 2
	T03 =	300000	kg/m ²	ZONA 3

VIGA V01 PERIMETRAL DE ENCADENADO INTERMEDIO - 36,00 m

Armadura apoyo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,087 \quad Wm = 0,169$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 5,35 \text{ cm}^2$$

Adopto: 4 \emptyset 16 8,04 cm²

Armadura tramo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,064 \quad Wm = 0,122$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 3,86 \text{ cm}^2$$

Adopto: 4 \emptyset 12 4,52 cm²

Armadura corte:

Q =	barra 1	4187,00	kg	
d =	0,05	m		
z =	h - d/2 =	0,33	m	
$\sigma\epsilon =$	2400	kg/cm ²		
To =	Q / (b * z) =	63439,39	kg/m ²	ZONA 1
T =	μ To =	25375,76	kg/m ²	
T =	2,54	kg/cm ²		



$$Az = \frac{T \cdot b \cdot 100}{\sigma \epsilon} = 2,11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Adopto: 1 Ø 6 cada 20 cm 2,83 cm²/m

VIGA V02 PERIMETRAL DE ENCADENADO INTERMEDIO - 15.00 m

Armadura apoyo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,160 \quad Wm = 0,339$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta \sigma / \beta \rho} = 10,74 \text{ cm}^2$$

Adopto: 6 Ø 16 12,06 cm²

Armadura tramo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,090 \quad Wm = 0,175$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta \sigma / \beta \rho} = 5,54 \text{ cm}^2$$

Adopto: 5 Ø 12 5,65 cm²

Armadura corte:

Q = barra 1 5400,00 kg

d = 0,05 m

z = h - d/2 = 0,33 m

σϵ = 2400 kg/cm²

To = Q / (b * z) = 81818,18 kg/m²

T = To2 / T02 = 37190,08 kg/m²

T = 3,72 kg/cm²

$$Az = \frac{T \cdot b \cdot 100}{\sigma \epsilon} = 3,10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ZONA 2

Adopto: 1 Ø 6 cada 16 cm 3,53 cm²/m

VIGA V03 CENTRAL INFERIOR DE 36.00 m

Armadura apoyo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,074 \quad Wm = 0,389$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta \sigma / \beta \rho} = 20,42 \text{ cm}^2$$



Adopto: 5 m Ø 20 15,7 cm²

Armadura tramo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,054 \quad Wm = 0,267$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 14,02 \text{ cm}^2$$

Adopto: 5 Ø 16 10,05 cm²

Armadura corte:

Q = barra l 4334,00 kg

d = 0,05 m

z = h - d/2 = 0,23 m

σ_ε = 2400 kg/cm²

To = Q / (b * z) = 41874,40 kg/m²

T = To2 / T02 = 9741,47 kg/m²

T = 0,97 kg/cm²

Az = T * b * 100 = 1,83 cm²/m

σ_ε

Adopto: 1 Ø 8 cada 15 cm 6,70 cm²

VIGA V04 CENTRAL SUPERIOR DE 36.00 m

Armadura apoyo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,123 \quad Wm = 0,248$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 7,85 \text{ cm}^2$$

Adopto: 4 Ø 16 cm 8,04 cm²

Armadura tramo:

$$ms = \frac{M}{b \cdot h^2 \cdot br} = 0,090 \quad Wm = 0,175$$

$$Asl = \frac{Wm \cdot b \cdot h}{\beta\sigma/\beta\rho} = 5,54 \text{ cm}^2$$

Adopto: 4 Ø 16 8,04 cm²

Armadura corte:

Q = barra l 5932,00 kg



$$\begin{aligned}
 d &= 0,05 \text{ m} \\
 z &= h - d/2 = 0,33 \text{ m} \\
 \sigma_e &= 2400 \text{ kg/cm}^2 \\
 T_o &= Q / (b * z) = 89878,79 \text{ kg/m}^2 \\
 T &= T_o2 / T_o2 = 44878,87 \text{ kg/m}^2 \\
 T &= 4,49 \text{ kg/cm}^2 \\
 A_z &= T * b * 100 = 3,74 \text{ cm}^2/\text{m} \\
 \sigma_e & \\
 \text{Adopto: } & 1 \text{ } \varnothing 8 \text{ cada } 15 \text{ cm } 6,70 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

ZONA 2

3.COLUMNAS
DATOS

N° COL.	H (m)	cx (m)	cy (m)	x (m)	y (m)	PP (kg)
01	2,00	0,20	0,20	0,25	0,25	192,00
02	2,00	0,20	0,20	0,25	0,25	192,00
03	4,00	0,35	0,20	0,40	0,25	672,00
04	4,00	0,35	0,20	0,40	0,25	672,00

3.1. ANÁLISIS DE CARGAS
COLUMNA C01 BORDE

$$\begin{aligned}
 & \text{Viga V01} \\
 & \text{Viga V02} \\
 & \text{Peso propio columna} \\
 & \text{pp} = 192,0 \\
 & \text{N} = \boxed{6156,0}
 \end{aligned}$$

COLUMNA C02 INTERMEDIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Viga V01} \\
 & \text{Peso propio columna} \\
 & \text{pp} = 192,0 \\
 & \text{N} = \boxed{8034,0}
 \end{aligned}$$

COLUMNA C03 INTERMEDIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Viga V02} \\
 & \text{Viga V04} \\
 & \text{Peso propio columna} \\
 & \text{pp} = 672,0 \\
 & \text{N} = \boxed{15332,0}
 \end{aligned}$$

COLUMNA C04 CENTRAL

$$\begin{aligned}
 & \text{Viga V04} \\
 & \text{Peso propio columna} \\
 & \text{pp} = 672,0 \\
 & \text{N} = \boxed{11781,0}
 \end{aligned}$$

3.2. DIMENSIONAMIENTO



Acero tipo III $\beta\sigma = 42000000 \text{ kg/m}^2$
Hormigón H-21 $\beta\rho = 1750000 \text{ kg/m}^2$
 $\mu\sigma = 0,01 \text{ (1\%)}$

COLUMNA C01

$$Ab = \frac{2,1 \text{ N}}{(\beta\rho + \mu\sigma * \beta\sigma)} = 59,574 \text{ cm}^2$$

Adopto $b = 20 \text{ cm}$
d min. = $Ab / b = 2,98 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 20,00 \text{ x } 20,00 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 400 \text{ cm}^2$

Armadura:

$Ast \text{ min} = 0,008 * Ab \text{ adop.} = 3,2 \text{ cm}^2$
 $Ast = \mu\sigma * A\beta \text{ adop.} = 4,00 \text{ cm}^2$ **Verifica**

Adopto: 4 \emptyset 12 4,52 cm²

Estribos:

separación $< d \text{ min} = 20,00 \text{ cm}$
 $< 12 * \emptyset = 14,40 \text{ cm}$

Adopto: 1 \emptyset 6 cada 15 cm

COLUMNA C02 intermedia

$$Ab = \frac{2,1 \text{ N}}{(\beta\rho + \mu\sigma * \beta\sigma)} = 77,748 \text{ cm}^2$$

Adopto $b = 20 \text{ cm}$
d min. = $Ab / b = 3,89 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 20,00 \text{ x } 20,00 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 400 \text{ cm}^2$

Armadura:

$Ast \text{ min} = 0,008 * Ab \text{ adop.} = 3,2 \text{ cm}^2$
 $Ast = \mu\sigma * A\beta \text{ adop.} = 4,00 \text{ cm}^2$ **Verifica**

Adopto: 4 \emptyset 12 4,52 cm²

Estribos:

separación $< d \text{ min} = 20,00 \text{ cm}$
 $< 12 * \emptyset = 14,40 \text{ cm}$

Adopto: 1 \emptyset 6 cada 15 cm

COLUMNA C03 intermedia



$$Ab = \frac{2,1 N}{(\beta\rho + \mu\sigma * \beta\sigma)} = 148,374 \text{ cm}^2$$

Adopto $b = 35 \text{ cm}$
 $d \text{ min.} = Ab / b = 4,24 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 35,00 \times 20,00 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 700 \text{ cm}^2$

Armadura:

$Ast \text{ min} = 0,008 * Ab \text{ adop.} = 5,6 \text{ cm}^2$
 $Ast = \mu\sigma * A\beta \alpha\delta\sigma\pi. = 7,00 \text{ cm}^2$ **Verifica**

Adopto: 4 Ø 16 8,04 cm²

Estribos:

separación $< d \text{ min} = 35,00 \text{ cm}$
 $< 12 * \text{Ø} = 19,20 \text{ cm}$

Adopto: 1 Ø 6 cada 15 cm

Verificación al pandeo:

$\beta = 1$ (sistema indesplazable y barras sin empotramiento)
 $Sk = \beta * H = 4,00 \text{ m}$
 $i = d / 12^{1/2} = 0,10 \text{ m}$
 $\lambda = Sk / i = 39,59$
 $\lambda < \lambda \text{ min} = 45,00$ **VERIFICA**

COLUMNA C04 central

$$Ab = \frac{2,1 N}{(\beta\rho + \mu\sigma * \beta\sigma)} = 114,010 \text{ cm}^2$$

Adopto $b = 35 \text{ cm}$
 $d \text{ min.} = Ab / b = 3,26 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 35,00 \times 20,00 \text{ cm}$
 $Ab \text{ adop.} = 700 \text{ cm}^2$

Armadura:

$Ast \text{ min} = 0,008 * Ab \text{ adop.} = 5,6 \text{ cm}^2$
 $Ast = \mu\sigma * A\beta \alpha\delta\sigma\pi. = 7,00 \text{ cm}^2$ **Verifica**

Adopto: 4 Ø 16 8,04 cm²

Estribos:

separación $< d \text{ min} = 35,00 \text{ cm}$
 $< 12 * \text{Ø} = 19,20 \text{ cm}$



Adopto: 1 Ø 6 cada 15 cm

Verificación al pandeo:

$\beta = 1$ (sistema indesplazable y barras sin empotramiento)
 $S_k = \beta * H = 4,00$ m
 $i = d / 12^{1/2} = 0,10$ m
 $\lambda = S_k / i =$
 $\lambda = 39,59 < \lambda_{min} = 45,00$ **VERIFICA**

4. BASES CENTRADAS
DATOS

Nº BASE	Nfund.	x (m)	y (m)	lx (m)	ly (m)	d
01	-5,00	0,25	0,25	1,10	1,10	0,20
02	-5,00	0,25	0,25	1,10	1,10	0,20
03	-5,00	0,25	0,25	1,45	1,45	0,20
04	-5,00	0,30	0,30	1,45	1,45	0,20

4.1. ANÁLISIS DE CARGAS

BASE B01	Columna C01'	N = 6156,0	kg
BASE B02	Columna C02'	N = 8034,0	kg
BASE B03	Columna C03'	N = 15332,0	kg
BASE B04	Columna C04'	N = 11781,0	kg

4.2. DIMENSIONAMIENTO

Tensión de suelo $\tau\tau = 0,90$ kg/cm²
 Acero tipo III $\beta\sigma = 42000000$ kg/m²
 Hormigón H-17 $\beta\rho = 1400000$ kg/m²
 $\alpha\varepsilon = 1,3$
 $T011 = 45000$ kg/m²

BASE B01

$N_{dim} = 1,2 * N = 7387,20$ kg
 $\text{Área nec.} = \frac{N_{dim}}{\tau\tau} = 8208$ cm²

$\alpha = \frac{\tau\tau}{y/x} = 1,00$

$l_x = (\text{Área nec.} / \alpha)^{1/2} = 90,60$ cm **verif. la secc adoptada**

$l_y = a * l_x = 90,60$ cm

Altura de la losa



dirección x	$do = (lx-x) / 4$	$do =$	0,21	m
dirección y	$do = (ly-y) / 4$	$do =$	0,21	m
	Adopto	$hx =$	0,40	m
		$hy =$	0,38	m
		$do =$	0,45	m
		$d =$	0,20	m

Verificaciones de altura de losa

longitud voladizo corto =	0,43	m	$h < 1,5 lv$	<i>Verifica</i>
altura de calculo =	0,40	m		
longitud voladizo corto =	0,43	m	ángulo < 45	
desnivel del faldón =	0,25	m	ángulo = 33,34	<i>Verifica</i>

Dimensionamiento a flexión

$$M_x = \frac{N (lx-x)^2}{lx \cdot 8} = 505,42 \text{ kgm}$$

$$ms = \frac{M}{b \cdot hx^2 \cdot br} = 0,009 \quad W_m = 0,015$$

$$As_x = \frac{W_m \cdot b \cdot hx}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,50 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,95 cm²/m

$$M_y = \frac{N (ly-y)^2}{ly \cdot 8} = 505,42 \text{ kgm}$$

$$ms = \frac{M}{b \cdot hy^2 \cdot br} = 0,010 \quad W_m = 0,018$$

$$As_x = \frac{W_m \cdot b \cdot hy}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,57 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,95 cm²/m

Verificación al punzonado

$hm = (hx + hy) / 2 =$	0,39	m
$c = 1,13(x*y)^{1/2} =$	0,28	m
$dr = c + hm =$	0,67	m
$dk = c + 2 hm =$	1,06	m
$p = N / (lx*ly) =$	5087,60	kg/m ²
$U = 3,14 * dr =$	2,11	m
$Q_r = 1 - (p * 3,14 * dk^2 / 4) =$	1647,41	kg



$$h'x = 0,28 \text{ m} \qquad h'm = 0,28 \text{ m}$$

$$h'y = 0,28 \text{ m}$$

$$Tr = Qr / (U * h'm) = 2829,35 \text{ kg/m}^2$$

$$\mu\xi = 0,1433 \text{ \%} \qquad \mu = 0,1433 \text{ \%}$$

$$\mu\psi = 0,1433 \text{ \%}$$

$$\gamma l = 1,3 * ae * m^{1/2} = 0,64$$

$$Tr < \gamma l * T011$$

$$2829,35 < 28784,03 \quad \text{VERIFICA, no necesita armadura de corte}$$

BASE B02

$$Ndim = 1,2 * N = 9640,80 \text{ kg}$$

$$\text{Área nec.} = \frac{Ndim}{\tau} = 10712 \text{ cm}^2$$

$$\alpha = y / x = 1,00$$

$$lx = (\text{Área nec.} / a)^{1/2} = 103,50 \text{ cm}$$

$$ly = a * lx = 103,50 \text{ cm}$$

Verifica la
secc adop.

Altura de la losa

dirección x	do = (lx-x) / 4	do = 0,21	m
dirección y	do = (ly-y) / 4	do = 0,21	m
	Adopto	hx = 0,35	m
		hy = 0,33	m
		do = 0,40	m
		d = 0,20	m

Verificaciones de altura de losa

longitud voladizo corto =	0,43	m	h < 1,5 lv	Verifica
altura de calculo =	0,35	m		

longitud voladizo corto =	0,43	m	ángulo <	45	
desnivel del faldón =	0,20	m	ángulo =	38,66	Verifica

Dimensionamiento a flexión

$$Mx = \frac{N (lx-x)^2}{lx \cdot 8} = 659,61 \text{ kgm}$$

$$ms = \frac{M}{b * hx^2 * br} = 0,015 \qquad Wm = 0,027$$

$$Asx = \frac{Wm * b * hx}{\beta\sigma / \beta\rho} = 0,79 \text{ cm}^2$$



Adopto:	1 Ø 10	cada	20	cm	3,95	cm²/m
$M_y =$	$\frac{N (l_y - y)^2}{l_y^3}$	=	659,61	kgm		
$m_s =$	$\frac{M}{b \cdot h_y^2 \cdot b_r}$	=	0,017		$W_m =$	0,031
$A_{sx} =$	$\frac{W_m \cdot b \cdot h_y}{\beta \sigma / \beta \rho}$	=	0,85	cm ²		
Adopto:	1 Ø 10	cada	20	cm	3,95	cm²/m

Verificación al punzonado

$h_m =$	$(h_x + h_y) / 2 =$	0,34	m
$c =$	$1,13(x \cdot y)^{1/2} =$	0,28	m
$d_r =$	$c + h_m =$	0,62	m
$d_k =$	$c + 2 h_m =$	0,96	m
$p =$	$N / (l_x \cdot l_y) =$	6639,67	kg/m ²
$U =$	$3,14 \cdot d_r =$	1,95	m
$Q_r =$	$l - (p \cdot 3,14 \cdot d_k^2 / 4) =$	3205,44	kg

$h'x =$	0,26	m	$h'm =$	0,26	m
$h'y =$	0,26	m			

$Tr = Q_r / (U \cdot h'm) = 6250,76 \text{ kg/m}^2$

$\mu_{\xi} =$	0,1506	%	$\mu =$	0,1506	%
$\mu_{\psi} =$	0,1506	%			

$\gamma_l = 1,3 \cdot a_e \cdot m^{1/2} = 0,66$

Tr	<	$\gamma_l \cdot T_{011}$	VERIFICA, no necesito armadura de corte
6250,76	<	29509,02	

BASE B03

$N_{dim} =$	$1,2 \cdot N =$	18398,40	kg
$\text{Área nec.} =$	$\frac{N_{dim}}{\tau_r} =$	20442,66667	cm ²

$\alpha = y / x = 1,00$

$l_x = (\text{Área nec.} / \alpha)^{1/2} = 142,98 \text{ cm}$

$l_y = a \cdot l_x = 142,98 \text{ cm}$

Verifica la secc adop.

Altura de la losa



dirección x	$do = (lx-x) / 4$	$do = 0,30$	m
dirección y	$do = (ly-y) / 4$	$do = 0,30$	m
	Adopto	$hx = 0,35$	m
		$hy = 0,33$	m
		$do = 0,40$	m
		$d = 0,20$	m

Verificaciones de altura de losa

longitud voladizo corto =	0,43	m	$h < 1,5 lv$	<i>Verifica</i>
altura de calculo =	0,35	m		
longitud voladizo corto =	0,43	m	ángulo < 45	
desnivel del faldón =	0,20	m	ángulo = 38,66	<i>Verifica</i>

Dimensionamiento a flexión

$$M_x = \frac{N (lx-x)^2}{lx \cdot 8} = 1903,28 \text{ kgm}$$

$$ms = \frac{M}{b \cdot hx^2 \cdot br} = 0,044 \quad W_m = 0,082$$

$$As_x = \frac{W_m \cdot b \cdot hx}{\beta\sigma/\beta\rho} = 2,39 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,95 cm²/m

$$M_y = \frac{N (ly-y)^2}{ly \cdot 8} = 1903,28 \text{ kgm}$$

$$ms = \frac{M}{b \cdot hy^2 \cdot br} = 0,003 \quad W_m = 0,005$$

$$As_x = \frac{W_m \cdot b \cdot hy}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,60 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,95 cm²/m

Verificación al punzonado

$hm = (hx + hy) / 2 =$	0,34	m
$c = 1,13(x \cdot y)^{1/2} =$	0,28	m
$dr = c + hm =$	0,62	m
$dk = c + 2 hm =$	0,96	m
$p = N / (lx \cdot ly) =$	7292,27	kg/m ²
$U = 3,14 \cdot dr =$	1,95	m
$Qr = 1 - (p \cdot 3,14 \cdot dk^2 / 4) =$	10028,85	kg



$$h'x = 0,29 \text{ m} \quad h'm = 0,29 \text{ m}$$

$$h'y = 0,29 \text{ m}$$

$$Tr = Qr / (U * h'm) = 17820,31 \text{ kg/m}^2$$

$$\mu\xi = 0,1372 \text{ \%} \quad \mu = 0,1372 \text{ \%}$$

$$\mu\psi = 0,1372 \text{ \%}$$

$$\gamma1 = 1,3 * ae * m^{1/2} = 0,63$$

$$Tr < \gamma1 * T011$$

$$17820,31 < 28168,54 \quad \text{VERIFICA, no necesito armadura de corte}$$

BASE B04

$$Ndim = 1,2 * N = 14137,20 \text{ kg}$$

$$\text{Área nec.} = \frac{Ndim}{\tau} = 15708 \text{ cm}^2$$

$$\alpha = y / x = 1,00$$

$$lx = (\text{Área nec.} / a)^{1/2} = 125,33 \text{ cm}$$

$$ly = a * lx = 125,33 \text{ cm}$$

Verifica la
secc adop

Altura de la losa

$$\text{dirección x} \quad do = (lx-x) / 4 \quad do = 0,29 \text{ m}$$

$$\text{dirección y} \quad do = (ly-y) / 4 \quad do = 0,29 \text{ m}$$

Adopto

$$hx = 0,35 \text{ m}$$

$$hy = 0,33 \text{ m}$$

$$do = 0,40 \text{ m}$$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

Verificaciones de altura de losa

$$\text{longitud voladizo corto} = 0,58 \text{ m} \quad h < 1,5 lv \quad \text{Verifica}$$

$$\text{altura de calculo} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{longitud voladizo corto} = 0,58 \text{ m} \quad \text{ángulo} < 45$$

$$\text{desnivel del faldón} = 0,20 \text{ m} \quad \text{ángulo} = 38,66 \quad \text{Verifica}$$

Dimensionamiento a flexión

$$Mx = \frac{N (lx-x)^2}{lx \cdot 8} = 1343,14 \text{ kgm}$$

$$ms = \frac{M}{b * hx^2 * br} = 0,026 \quad Wm = 0,048$$

$$Asx = \frac{Wm * b * hx}{\beta\sigma / \beta\rho} = 1,68 \text{ cm}^2$$



Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,95 cm²/m

$$M_y = \frac{N (ly-y)^2}{ly^8} = 1343,14 \text{ kgm}$$

$$m_s = \frac{M}{b * hy^2 * br} = 0,002 \quad W_m = 0,004$$

$$A_{sx} = \frac{W_m * b * hy}{\beta\sigma/\beta\rho} = 0,58 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,95 cm²/m

Verificación al punzonado

$$\begin{aligned} h_m &= (h_x + h_y) / 2 = 0,34 \text{ m} \\ c &= 1,13(x*y)^{1/2} = 0,34 \text{ m} \\ d_r &= c + h_m = 0,68 \text{ m} \\ d_k &= c + 2 h_m = 1,02 \text{ m} \\ p &= N / (l_x * l_y) = 5603,33 \text{ kg/m}^2 \\ U &= 3,14 * d_r = 2,13 \text{ m} \\ Q_r &= l - (p * 3,14 * d_k^2 / 4) = 7213,65 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h'_x &= 0,28 \text{ m} & h'_m &= 0,28 \text{ m} \\ h'_y &= 0,28 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T_r = Q_r / (U * h'_m) = 11909,80 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \mu_\xi &= 0,1390 \% & \mu &= 0,1390 \% \\ \mu_\psi &= 0,1390 \% \end{aligned}$$

$$\gamma_l = 1,3 * a_e * m^{1/2} = 0,63$$

$$\begin{aligned} T_r &< \gamma_l * T_{011} \\ 11909,80 &< 28357,77 \end{aligned} \quad \text{VERIFICA, no necesito armadura de corte}$$



DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Proyecto : C:V01 36 M SUPERIOR
CISTERNA DE PERMEADO

Hipotesis No. : 1
Unidades : TON M GRAD

[Nodo]	Coord X	Coord Y	Desp X	Desp Y	Rotacion
1	0.000	0.000	0.000000	0.000000	-12952264
2	6.000	0.000	0.000000	0.000000	34539371.
3	12.000	0.000	0.000000	0.000000	-8634842.
4	18.000	0.000	0.000000	0.000000	0.000000
5	24.000	0.000	0.000000	0.000000	8634842.7
6	30.000	0.000	0.000000	0.000000	-34539371
7	36.000	0.000	0.000000	0.000000	129522644

[No.]	Ni	Nf	Mi	Qi	Ni	Mj	Qj	Nj
1	1	2	0.0000000	-2.724923	0.0000000	-4.386461	4.1870769	0.0000000
2	2	3	-4.386461	-3.655384	0.0000000	-3.190153	3.2566153	0.0000000
3	3	4	-3.190153	-3.389538	0.0000000	-3.588923	3.5224615	0.0000000
4	4	5	-3.588923	-3.522461	0.0000000	-3.190153	3.3895384	0.0000000
5	5	6	-3.190153	-3.256615	0.0000000	-4.386461	3.6553846	0.0000000
6	6	7	-4.386461	-4.187076	0.0000000	0.0000000	2.7249230	0.0000000

[No.]	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	2.7249230	0.0000000
2	0.0000000	7.8424615	0.0000000
3	0.0000000	6.6461538	0.0000000
4	0.0000000	7.0449230	0.0000000
5	0.0000000	6.6461538	0.0000000
6	0.0000000	7.8424615	0.0000000
7	0.0000000	2.7249230	0.0000000

BARRA : 1 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

x	0.0000	0.6000	1.2000	1.8000	2.4000	3.0000	3.6000	4.2000	4.8000	5.4000	6.0000
M	0.0000	1.4275	2.4404	3.0386	3.2220	2.9907	2.3447	1.2840	-0.191	-2.081	-4.386
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-2.724	-2.033	-1.342	-0.651	0.0398	0.7310	1.4222	2.1134	2.8046	3.4958	4.1870
@	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	99999	99999	99999	99999	99999	99999
y	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000
f	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000

BARRA : 2 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

x	0.0000	0.6000	1.2000	1.8000	2.4000	3.0000	3.6000	4.2000	4.8000	5.4000	6.0000
M	-4.386	-2.400	-0.829	0.3269	1.0687	1.4113	1.3079	0.8055	-0.111	-1.443	-3.190
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-3.655	-2.964	-2.272	-1.581	-0.890	-0.199	0.4918	1.1830	1.8742	2.5654	3.2566
@	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	99999	99999	99999	99999	-99999
y	0.0000	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-82943
f	0.0000	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-82943

BARRA : 3 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

x	0.0000	0.6000	1.2000	1.8000	2.4000	3.0000	3.6000	4.2000	4.8000	5.4000	6.0000
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------



```

M |-3.588|-1.682|-0.191|0.8852|1.5472|1.7944|1.6269|1.0447|0.0478|-1.363|-3.190|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-3.522|-2.831|-2.140|-1.448|-0.757|-0.066|0.6247|1.3159|2.0071|2.6983|3.3895|
@ |88075|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

BARRA : 5 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

M |-3.190|-1.443|-0.111|0.8055|1.3079|1.4113|1.0687|0.3269|-0.829|-2.400|-4.386|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-3.256|-2.565|-1.874|-1.183|-0.491|0.1993|0.8905|1.5817|2.2729|2.9641|3.6553|
@ |99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|-99999|
y |0.0000|-82943|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|0.0000|
f |0.0000|-82943|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

BARRA : 6 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
BARRA : 6 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|-4.386|-2.081|-0.191|1.2840|2.3447|2.9907|3.2220|3.0386|2.4404|1.4275|0.0000|
|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
|-4.187|-3.495|-2.804|-2.113|-1.422|-0.731|-0.039|0.6513|1.3425|2.0337|2.7249|
|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|
|0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
|0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 6

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| M+ | M- | Q+ | Q- | N+ | N- | @ | f |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
VALOR |3.2220|-4.386|4.187|-4.187|0.0000|0.0000|99999|99999|
BARRA | 1 | 6 | 1 | 6 | 6 | 6 | 1 | 1 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

BARRA : 2 Long Original : 6.000 Long Deformada : 7.500
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|-4.386|-2.081|-0.191|1.2840|2.3447|2.9907|3.2220|3.0386|2.4404|1.4275|0.0000|
|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
|-4.187|-3.495|-2.804|-2.113|-1.422|-0.731|-0.039|0.6513|1.3425|2.0337|2.7249|
|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|
|0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
|0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 2

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| M+ | M- | Q+ | Q- | N+ | N- | @ | f |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
VALOR |3.2220|-4.386|4.187|-4.187|0.0000|0.0000|99999|99999|
BARRA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```



DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Proyecto : C:VPROY4
CISTERNA DE PERMEADO
V02 INTERMEDIA DE 15 M

Hipotesis No. : 1
Unidades : TON M GRAD

[Nodo]	Coord X	Coord Y	Desp X	Desp Y	Rotacion
1	0.000	0.000	0.000000	0.000000	-21924405
2	7.500	0.000	0.000000	0.000000	0.000084
3	15.000	0.000	0.000000	0.000000	219244054

[No.]	[Ni]	[Nf]	[Mi]	[Qi]	[Ni]	[Mj]	[Qj]	[Nj]
1	1	2	0.000000	-3.240000	0.000000	-8.100000	5.400000	0.000000
2	2	3	-8.100000	-5.400000	0.000000	0.000000	3.240000	0.000000

[No.]	[REACC - X]	[REACC - Y]	[REACC - M]
1	0.000000	3.240000	0.000000
2	0.000000	10.800000	0.000000
3	0.000000	3.240000	0.000000

BARRA : 1 Long Original : 7.500 Long Deformada : 7.500

x	0.0000	0.7500	1.5000	2.2500	3.0000	3.7500	4.5000	5.2500	6.0000	6.7500	7.5000
M	0.0000	2.1060	3.5640	4.3740	4.5554	4.0500	2.9160	1.1340	-1.296	-4.374	-8.100
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-3.240	-2.376	-1.512	-0.648	0.2160	1.0800	1.9440	2.8080	3.6720	4.5360	5.4000
@	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	99999	99999	99999	99999	99999	-99999
y	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000
f	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000

BARRA : 2 Long Original : 7.500 Long Deformada : 7.500

x	0.0000	0.7500	1.5000	2.2500	3.0000	3.7500	4.5000	5.2500	6.0000	6.7500	7.5000
M	-8.100	-4.374	-1.296	1.1340	2.9160	4.0500	4.5554	4.3740	3.5640	2.1060	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-5.400	-4.536	-3.672	-2.808	-1.944	-1.080	-0.216	0.6480	1.5120	2.3760	3.2400
@	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	99999	99999	99999	99999	99999
y	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000
f	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 2

[M+]	[M-]	[Q+]	[Q-]	[N+]	[N-]	[@]	[f]
VALOR	4.5554	-8.100	5.4000	-5.400	0.0000	0.0000	99999
BARRA	1	2	1	2	2	1	1



```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
BARRA : 2 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-4.538|-2.483|-0.858|0.3383|1.1058|1.4603|1.3533|0.8334|-0.115|-1.493|-3.300|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-3.782|-3.067|-2.351|-1.636|-0.921|-0.206|0.5088|1.2240|1.9392|2.6544|3.3696|
@ |99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|-99999|
y |0.0000|99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-85823|0.0000|
f |0.0000|99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-85823|0.0000|

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
BARRA : 3 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-3.300|-1.411|0.0495|1.0810|1.6834|1.8567|1.6009|0.9160|-0.198|-1.741|-3.713|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-3.507|-2.792|-2.076|-1.361|-0.646|0.0687|0.7839|1.4991|2.2143|2.9295|3.6447|
@ |-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|-91133|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
BARRA : 4 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-3.713|-1.741|-0.198|0.9160|1.6009|1.8567|1.6834|1.0810|0.0495|-1.411|-3.300|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-3.644|-2.929|-2.214|-1.499|-0.783|-0.068|0.6464|1.3616|2.0768|2.7920|3.5072|
@ |91133|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
BARRA : 5 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-3.300|-1.493|-0.115|0.8334|1.3533|1.4603|1.1058|0.3383|-0.858|-2.483|-4.538|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-3.369|-2.654|-1.939|-1.224|-0.508|0.2063|0.9215|1.6367|2.3519|3.0671|3.7823|
@ |99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|-99999|
y |0.0000|-85824|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|0.0000|
f |0.0000|-85824|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|0.0000|

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
BARRA : 6 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-4.538|-2.153|-0.198|1.3286|2.4261|3.0946|3.3339|3.1441|2.5252|1.4771|0.0000|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-4.332|-3.617|-2.902|-2.186|-1.471|-0.756|-0.041|0.6739|1.3891|2.1043|2.8195|
@ |-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|

```

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 6

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| M+ | M- | Q+ | Q- | N+ | N- | @ | f |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
VALOR |3.3339|-4.538|4.3324|-4.332|0.0000|0.0000|99999|99999|
BARRA | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 | 6 | 1 | 1 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```



DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Proyecto : C:VPROY3 - V04

Hipotesis No. : 1

Unidades : TON M GRAD

[Nodo]	Coord X	Coord Y	Desp X	Desp Y	Rotacion
1	0.000	0.000	0.000000	0.000000	-18349040
2	6.000	0.000	0.000000	0.000000	48930775
3	12.000	0.000	0.000000	0.000000	-12232693
4	18.000	0.000	0.000000	0.000000	-0.000004
5	24.000	0.000	0.000000	0.000000	12232693
6	30.000	0.000	0.000000	0.000000	-48930775
7	36.000	0.000	0.000000	0.000000	183490408

[No.]	Ni	Nf	Mi	Qi	Ni	Mj	Qj	Nj
1	1	2	0.0000000	-3.860307	0.0000000	-6.214153	5.9316923	0.0000000
2	2	3	-6.214153	-5.178461	0.0000000	-4.519384	4.6135384	0.0000000
3	3	4	-4.519384	-4.801846	0.0000000	-5.084307	4.9901538	0.0000000
4	4	5	-5.084307	-4.990153	0.0000000	-4.519384	4.8018461	0.0000000
5	5	6	-4.519384	-4.613538	0.0000000	-6.214153	5.1784615	0.0000000
6	6	7	-6.214153	-5.931692	0.0000000	0.0000000	3.8603076	0.0000000

[No.]	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	0.0000000	3.8603076	0.0000000
2	0.0000000	11.110153	0.0000000
3	0.0000000	9.4153846	0.0000000
4	0.0000000	9.9803076	0.0000000
5	0.0000000	9.4153846	0.0000000
6	0.0000000	11.110153	0.0000000
7	0.0000000	3.8603076	0.0000000

BARRA : 1 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

x	0.0000	0.6000	1.2000	1.8000	2.4000	3.0000	3.6000	4.2000	4.8000	5.4000	6.0000
M	0.0000	2.0224	3.4573	4.3047	4.5645	4.2369	3.3217	1.8190	-0.271	-2.948	-6.214
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-3.860	-2.881	-1.901	-0.922	0.0564	1.0356	2.0148	2.9940	3.9732	4.9524	5.9316
@	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999
y	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000
f	0.0000	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000

BARRA : 2 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

x	0.0000	0.6000	1.2000	1.8000	2.4000	3.0000	3.6000	4.2000	4.8000	5.4000	6.0000
M	-6.214	-3.400	-1.175	0.4632	1.5139	1.9993	1.8529	1.1411	-0.158	-2.045	-4.519
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-5.178	-4.199	-3.220	-2.240	-1.261	-0.282	0.6967	1.6759	2.6551	3.6343	4.6135
@	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999
y	0.0000	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000
f	0.0000	99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	0.0000

BARRA : 3 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000



```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-4.519|-1.932|0.0677|1.4800|2.3048|2.5421|2.1919|1.2541|-0.271|-2.383|-5.084|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-4.801|-3.822|-2.843|-1.864|-0.885|0.0941|1.0733|2.0525|3.0317|4.0109|4.9901|
@ |-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|-99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

BARRA : 4 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-5.084|-2.383|-0.271|1.2541|2.1919|2.5421|2.3048|1.4800|0.0677|-1.932|-4.519|
M |-5.084|-2.383|-0.271|1.2541|2.1919|2.5421|2.3048|1.4800|0.0677|-1.932|-4.519|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-4.990|-4.010|-3.031|-2.052|-1.073|-0.094|0.8850|1.8642|2.8434|3.8226|4.8018|
@ |99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

BARRA : 5 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-4.519|-2.045|-0.158|1.1411|1.8529|1.9993|1.5139|0.4632|-1.175|-3.400|-6.214|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-4.613|-3.634|-2.655|-1.675|-0.696|0.2824|1.2616|2.2408|3.2200|4.1992|5.1784|
@ |99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|-99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

BARRA : 6 Long Original : 6.000 Long Deformada : 6.000

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
x |0.0000|0.6000|1.2000|1.8000|2.4000|3.0000|3.6000|4.2000|4.8000|5.4000|6.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
M |-6.214|-2.948|-0.271|1.8190|3.3217|4.2369|4.5645|4.3047|3.4573|2.0224|0.0000|
N |0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|0.0000|
Q |-5.931|-4.952|-3.973|-2.994|-2.014|-1.035|-0.056|0.9227|1.9019|2.8811|3.8603|
@ |-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|99999|99999|99999|99999|99999|
y |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
f |0.0000|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|-99999|0.0000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 6

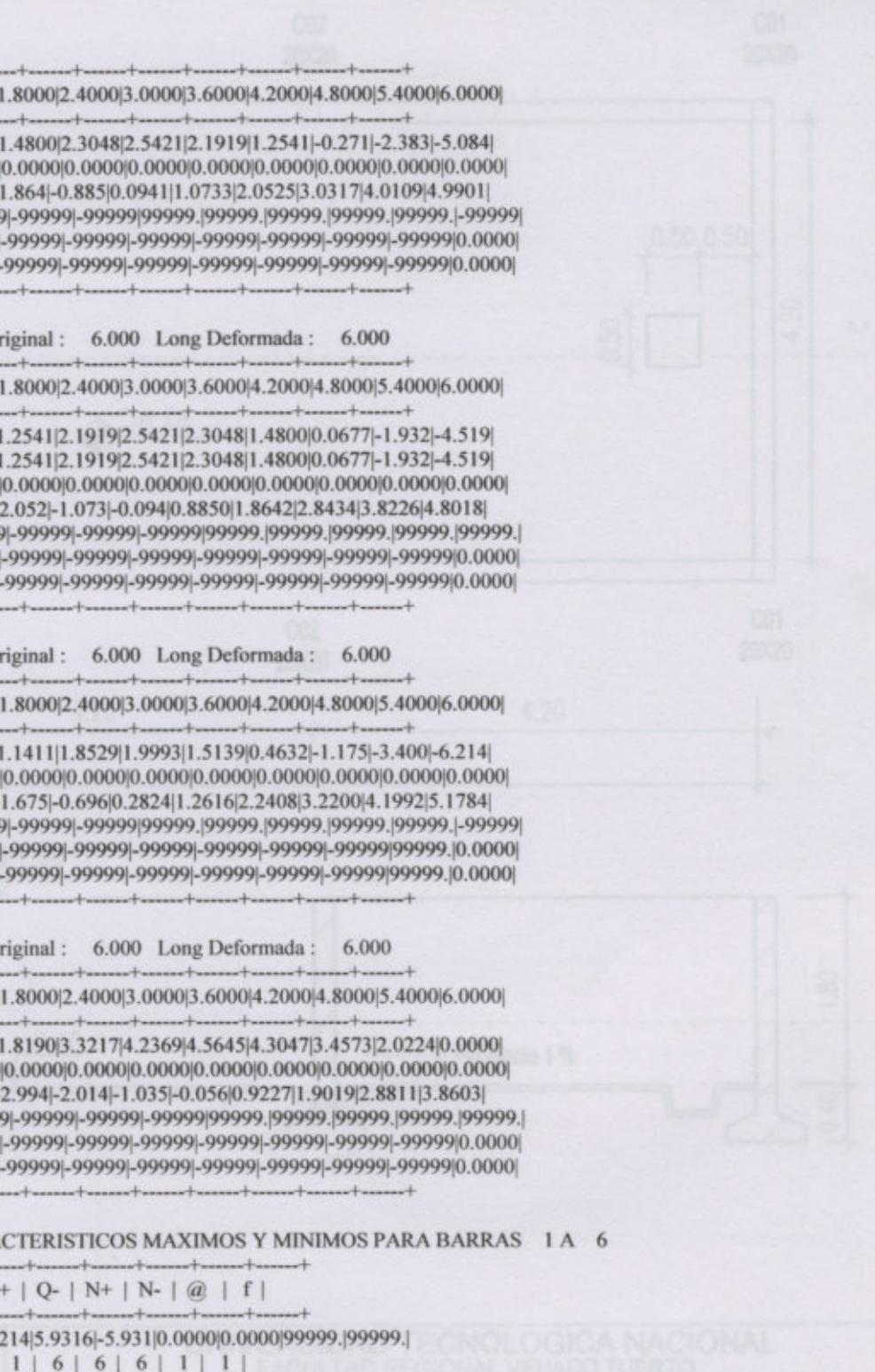
```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| M+ | M- | Q+ | Q- | N+ | N- | @ | f |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

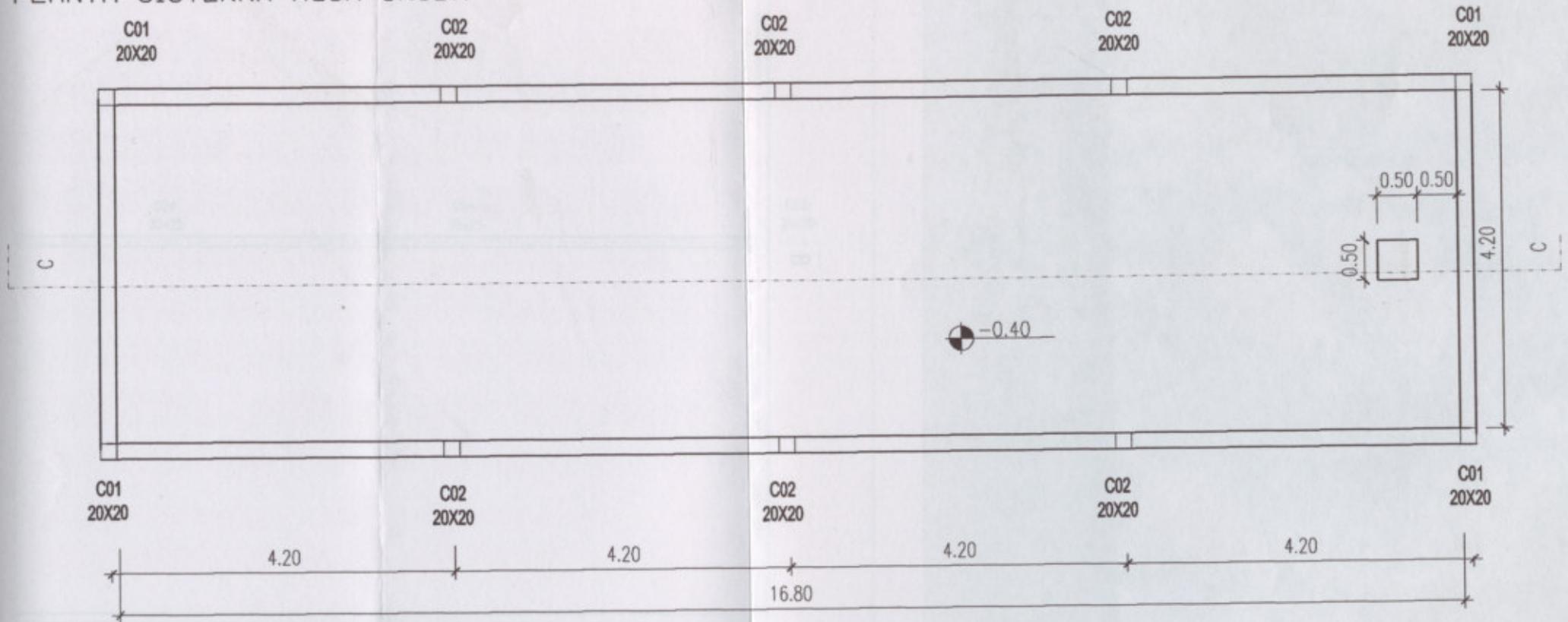
VALOR |4.5645|-6.214|5.9316|-5.931|0.0000|0.0000|99999|99999|

BARRA | 1 | 6 | 1 | 6 | 6 | 6 | 1 | 1 |

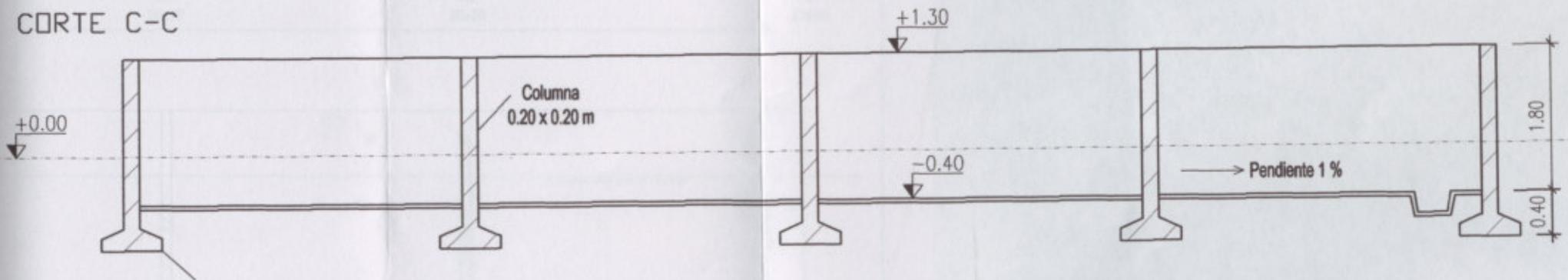


PROYECTO INTEGRADOR " AMPLIACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION, PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE "		
ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 06/09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERTO	ESCALA: 1:100
PLANO	PLANTA Y CORTE CISTERNA A. CRUDA	AR 01

PLANTA CISTERNA AGUA CRUDA



CORTE C-C



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR "AMPLIACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 09-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC.1:100
PLANO	PLANTA Y CORTE CISTERNA A. CRUDA	AR 01



CAPITULO 9 IMPULSION

9.1 ADOPCION BOMBAS SISTEMA DE DISTRIBUCION

En base a la cámara de bombeo existente de la cual no fueron reformas ni se realizaron obras para la distribución a la ciudad debemos prescindir el sistema de bombas de impulsión necesario.

De acuerdo al modelo de demanda requerimientos impulsar un caudal de 140 l m³/h, considerando los tipos de bombas se sugiere un equipo de bombas trabajando en paralelo donde aseguraremos una presión constante y solo se irán activando a medida de la necesidad de mayores caudales.

Además para este sistema de parámetros:

Bomba marca Grundfos
Modelo: 160-2-AA
Potencia nominal: 18.5 Kw.
Caudal nominal 200 m³/h
Cantidad 2 x cámara

Para la cámara de bombeo - impulsión a red:

Bomba marca Grundfos
Modelo: 160-2-AA
Potencia nominal: 18.5 Kw.
Caudal nominal 200 m³/h
Cantidad 8 bombas

Ver sobre bombas impulsión.



CAPITULO 9 IMPULSION

9.1.ADOPCION BOMBAS SISTEMA DE DISTIBUCION

En base a la cámara de bombeo existente de la cual no haremos reformas ni será necesario otra para la distribución a la ciudad debemos considerar el sistema de bombas de impulsión necesarios.

De acuerdo al modelo de demanda necesitaremos impulsar un caudal de 1461 m³/h, analizando los tipos de bombas se sugiere un equipo de bombas trabajando en paralelo donde aseguraremos una presión constante y solo se irán activando a medida de la necesidad de mayores caudales.

Adoptaremos para cada cisterna de permeado:

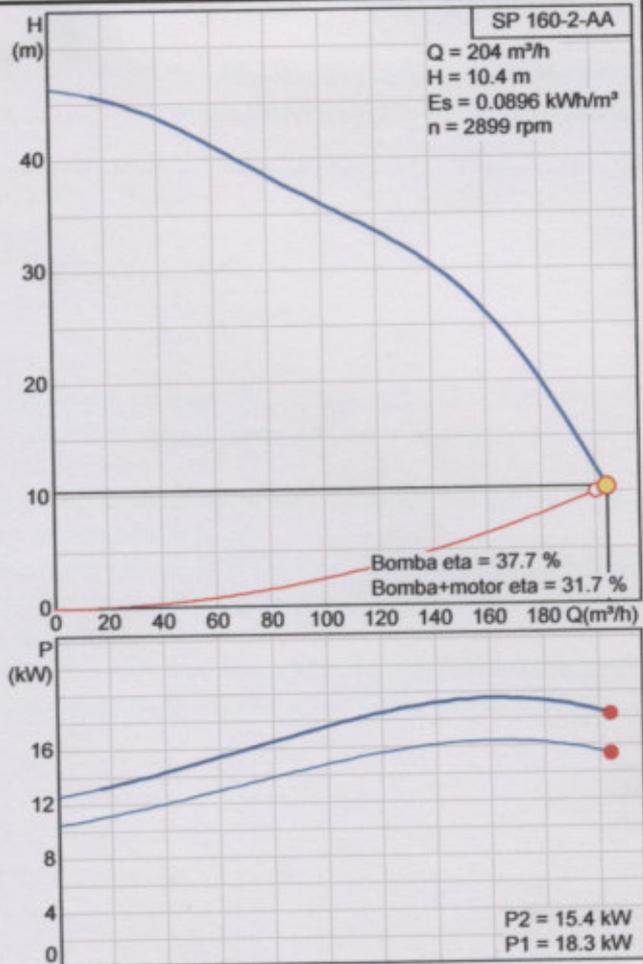
Bomba marca Grunfos
Modelo: 160-2-AA
Potencia nominal: 18.5 Kw.
Caudal nominal 200 m³/h
Cantidad 2 x cisterna

Para la cámara de bombeo -impulsión a redes

Bomba marca Grunfos
Modelo: 160-2-AA
Potencia nominal: 18.5 Kw.
Caudal nominal 200 m³/h
Cantidad 8 bombas

Ver anexo bombas impulsión.

Descripción	Valor
Modelo:	SP 160-2-AA
Código:	200219B2
Número EAN:	5700391177996
Líquido:	
Temp. max. líquido a 0.15 m/sec:	40 °C
Datos técnicos:	
Velocidad de bomba:	2900 rpm
Caudal nominal:	160 m³/h
Altura nominal:	26 m
Tipo de cierre de motor:	CER/CARBON
Materiales:	
Material, bomba:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Material, impulsor:	Acero inoxidable 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Material, motor:	Acero inox. 1.4301 DIN W.-Nr. 304 AISI
Instalación:	
Salida bomba, tamaño:	Rp 6
Diámetro del motor:	6 inch
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	MS6000
Potencia de entrada velocidad 1-2-3:	
Potencia nominal (P2):	18.5 kW
Frecuencia red:	50 Hz
Tipo de arranque:	directo
Corriente nominal:	42,0-42,0-42,5 A
Corriente de arranque en velocidad 1-2-3:	
Cos phi - factor de potencia:	0,84-0,81-0,77
Velocidad nominal:	2850-2870-2880 rpm
Grado de protección (IEC 34-5):	IP58
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Sensor de temp. integrado:	sí
Otros:	
Peso neto:	97 kg
Peso bruto:	117 kg
Volumen:	0.18 m³





CAPITULO 10 SERVICIOS AUXILIARES 1. INTRODUCCION

De acuerdo a las instalaciones existentes y las condiciones acordadas de la Cooperativa de Obras Sanitarias Planta Agua Potable, se sugiere para el presente proyecto la ejecución de una sala cuya función será de almacenamiento para herramientas e insumos.

Se adoptará una estructura metálica tipo pórtico y las medidas serán de 12 x 20 m, en los planos se detallará la estructura adoptada, la fachada y el corte de la nave.

Se dimensionará la estructura metálica con sus respectivas bases de fundación. En el interior de la misma se ejecutará piso de hormigón armado y vereda perimetral de ancho 1 m. En los planos se detallará el detalle de la estructura y los cerramientos de la misma.

En este capítulo veremos el dimensionamiento de la estructura que considera el pórtico, las corras de techo, las corras laterales, las vigas a contraviento, montantes, parante interior y el cálculo de las bases de fundación.



CAPITULO 10 SERVICIOS AUXILIARES

SERVICIOS AUXILIARES

1. INTRODUCCION

De acuerdo a las instalaciones existentes y las condiciones actuales de la Cooperativa de Obras Sanitarias Planta Agua Potable, se sugiere para el presente proyecto la ejecución de una nave cuya función será de almacenamiento para herramientas e insumos.

Se adoptara una estructura metálica tipo pórtico y las medidas serán de 12 x 20 m, en los planos veremos detalladamente la estructura adoptada, la fachada y el corte de la nave.

Se dimensionara la estructura metálica con sus respectivas bases de fundación. En el interior de la misma se ejecutara piso de hormigón armado y vereda perimetral de ancho 1 m. En los planos podemos observar todo el detalle de la estructura y los cerramientos de la misma.

En este capítulo veremos el dimensionamiento de la estructura que considera el pórtico, las correas de techo, las correas laterales, las vigas a contraviento, montantes, parante interior y el calculo de las bases de fundación.

Separación entre pórticos (m)		5,00
Arrostramientos en dirección de los (m)		20,00
Correas de paredes y cubierta, luz (m)		3,00
Separación entre correas de paredes (m)		1,00
Separación entre correas de techo (m)		1,00
Dimensiones de pasajes de cubierta (m)	0,40	6,30
Separación entre fijadores de cubierta entre ejes		0,30
Dimensiones de pasajes de paredes (m)	0,60	6,30
Separación entre fijadores de paredes entre ejes		0,30

ACCIÓN DEL VIENTO (CIRSOC 102)

1.1. Clasificación del edificio

El edificio se localiza en terreno suburbano - plano, correspondiéndole categoría de exposición C. Su función es como depósito de maquinarias pesadas y herramientas. No será ocupado por 300 personas al mismo tiempo, por lo que se considera apropiada la categoría II (tabla 1).

1.2. Velocidad básica del viento V

Se elige según el artículo 3.4 del Reglamento.

$V = 45,00 \text{ m/s}$ según *Figura 1.4, para la ciudad de Venado Tuerto*

1.3. Presión dinámica

$q_z = 0,611 \cdot K_z \cdot K_{x1} \cdot K_d \cdot V^2$

- $K_z =$ se obtiene de tabla 7
- $K_{x1} = 1,00$ terreno homogéneo
- $K_d =$ factor correctivo en función de combinación de carga para edificios de categoría II de tabla 4-1
- $\gamma = 1,15$

Para el diseño de sus componentes se recomendará de ser posible usar acero perfilado laminado.



NAVE PARA SERVICIOS AUXILIARES

1. DATOS PARA CALCULO

Ubicación: Calle Laprida y 28, Venado Tuerto, Pcia de Santa Fe			
Topografía: Homogénea			
Terreno: Suburbano			
Dimensiones:	en planta (m)	12,00	x 20,00
	Cubierta monopendiente de (°)		5,00
	Altura de paredes en el frente (m)		6,00
	Altura de paredes atrás (m)		7,00
	Altura media (m)		6,50
Estructura:	Pórticos rígidos de luz de (m)		12,00
	Separación entre pórticos (m)		5,00
	Arriostramientos en dirección de los (m)		20,00
	Correas de paredes y cubierta, luz (m)		5,00
	Separación entre correas de paredes (m)		1,00
	Separación entre correas de techo (m)		1,00
Revestimiento:	Dimensiones de paneles de cubierta (m)	0,60	6,50
	Separación entre fijadores de cubierta entre ejes		0,30
	Dimensiones de paneles de paredes (m)	0,60	6,50
	Separación entre fijadores de paredes entre ejes		0,30

2. ACCIÓN DEL VIENTO (CIRSOC 102)

2.1. Clasificación del edificio

El edificio se localiza en terreno suburbano plano, correspondiéndole categoría de exposición C. Su función es como deposito de maquinarias pesada y herramientas. No sera ocupado por 300 personas al mismo tiempo, por lo que se considera apropiada la categoría II (tabla 1)

2.2. Velocidad básica del viento V

Se elige según el artículo 5.4 del Reglamento.

$$V = 45,00 \text{ m/seg} \quad \text{s/ figura 1 A, para la ciudad de Venado Tuerto}$$

2.3. Presión dinámica

$$q_z = 0,613 * K_z * K_{zt} * K_d * V^2 I$$

$$K_z = - \quad \text{se obtiene de tabla 5}$$

$$K_{zt} = 1,00 \quad \text{terreno homogéneo}$$

$$K_d = - \quad \text{solo se considera en casos de combinaciones de carga}$$

$$I = 1,15 \quad \text{para edificios de categoría III de tabla A-1}$$

Para el diseño de los componentes y revestimientos de edificios con altura media $h < 20\text{m}$ se



emplean las presiones dinámicas usando la exposición definida en el artículo 5.6.3.1

La altura media en este caso es de 6.5 m

Presiones dinámicas q_z (N/m²) asociadas a las diferentes alturas

altura (m)	Exposición B		Exposición B	
	kz		qz (N/m ²)	
	caso 1	caso 2	caso 1	caso 2
0-5	0,72	0,59	1027,82	842,24
6	0,72	0,62	1027,82	885,06
7,5	0,72	0,66	1027,82	942,17

2.4. Presión de viento de diseño para el SPRFV

Las ecuaciones para determinar las presiones y fuerzas de diseño para un edificio se dan en el artículo 5.12.1 del Reglamento. La ecuación para SPRFV en edificios de todas las alturas:

$$p = q \cdot G \cdot C_p - q_i \cdot (G C_{pi})$$

Siendo:

$q = q_z$ para pared a barlovento a la altura z sobre el terreno.

$q = q_h$ para pared a sotavento, paredes laterales y cubierta.

$q_i =$ evaluación de

$q_i =$ evaluación de

$G = 0,85$ factor de efecto de ráfaga según el artículo 5.8.1
 $C_p = -$ coeficiente de presión externa, se obtiene de figura 3

$G C_{pi} = 0,55$ coeficiente de presión interna para edificios, se obtiene de tabla 7

-0,55

Coeficientes de presión externa en paredes, C_p

Los valores para la pared a sotavento de penden de L/B, y son diferentes para las dos direcciones siguientes:

- 1) viento paralelo a la pendiente de cubierta, y
- 2) viento normal a la pendiente de cubierta

superficie	dirección del viento	L/B	C_p
------------	----------------------	-----	-------



pared a sotavento	par a la pendiente de la cubierta		0,60	-0,50
pared a sotavento	perp a la pendiente de la cubierta		1,67	-0,30
pared a barlovento	-		-	0,80
paredes laterales	-		-	-0,70

Coefficientes de presión externa en cubierta, C_p

Dado que el edificio tiene cubierta monopendiente, la superficie de cubierta para viento dirigido paralelamente a la pendiente puede ser superficie a barlovento o a sotavento

dirección del viento		h/L	θ°	C_p	
par a la pendiente de la cubierta		0,54	5,00	-0,90	(0 - 6m)
				-0,50	(6 - 12m)
perp a la pendiente de la cubierta		0,33	0,00	-0,90	(0 - 6m)
				-0,50	(6 - 12m)
				-0,30	(12 - 24m)

Nota: distancia desde el borde a barlovento de la cubierta

Calculo típico para las presiones de diseño en SPRFV

Viento paralelo a la pendiente con la pared de 6,00 m a barlovento

Presión sobre la pared a sotavento

$$p = -862,94 \text{ N/m}^2 \quad \text{para presión interna positiva}$$

$$p = 110,63 \text{ N/m}^2 \quad \text{para presión interna negativa}$$

Viento paralelo a la pendiente

dirección del viento	superficie	z (m)	qz (N/m ²)	C_p^* externa	presión de diseño (N/m ²)	
					(+GC _{pi})	(-GC _{pi})
pared a barlovento 6 m	pared a bar.	0-5	842,24	0,80	109	1036
	pared a sot.	0-6,5	885,06	-0,50	-863	111
	pared later.	todas	885,06	-0,70	-1013	-40
	cubierta	0-6	885,06	-0,90	-1164	-190
		6-12	885,06	-0,50	-863	111
pared a barlovento 7m	pared a bar.	0-5	842,24	0,80	109	1036
		5-6	885,06	0,80	115	1089
		6-7,5	942,17	0,80	122	1159
	pared a sot.	todas	885,06	-0,50	-863	111
	pared later.	todas	885,06	-0,70	-1013	-40
	cubierta	0-6	885,06	-0,90	-1164	-190
		6-12	885,06	-0,50	-863	111

Viento normal a la pendiente

superficie	z (m)	qz (N/m ²)	C_p	presión de diseño (N/m ²)	
				(+GC _{pi})	(-GC _{pi})



pared a barlovento	0-5	842,24	0,80	109	1036
	5-6	885,06	0,80	115	1089
	6-7,5	942,17	0,80	122	1159
pared a sotavento	todas	885,06	-0,30	-712	261
pared lateral	todas	885,06	-0,70	-1013	-40
cubierta	0-6	885,06	-0,90	-1164	-190
	6-12	885,06	-0,50	-863	111
	12-24	885,06	-0,30	-712	261

FIGURA: Presiones de diseño para el SPRFV, viento paralelo a la pendiente de cubierta

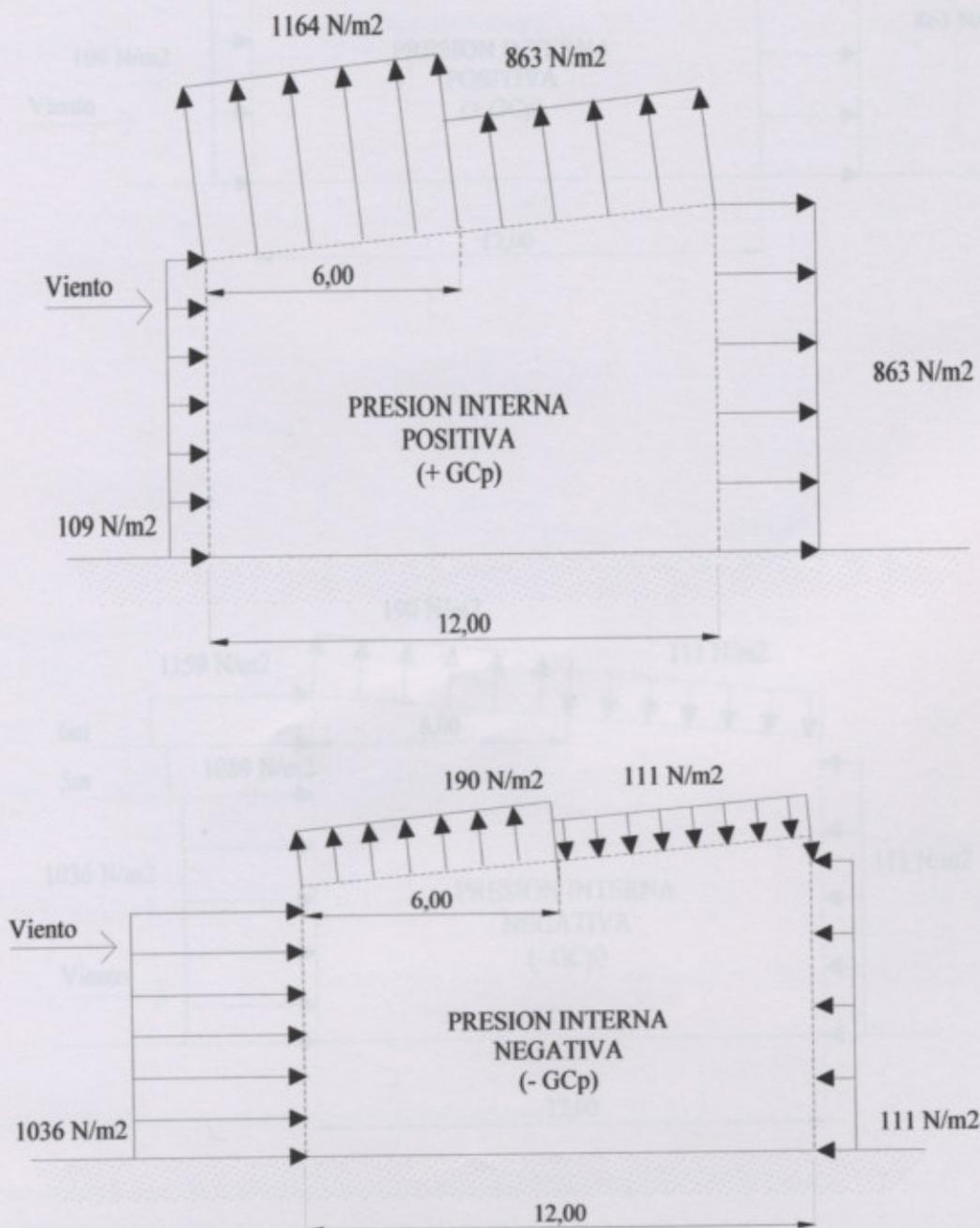




FIGURA: Presiones de diseño para el SPRFV, viento paralelo a la pendiente de la cubierta

FIGURA: Presiones de diseño para el SPRFV, viento paralelo a la pendiente de la cubierta

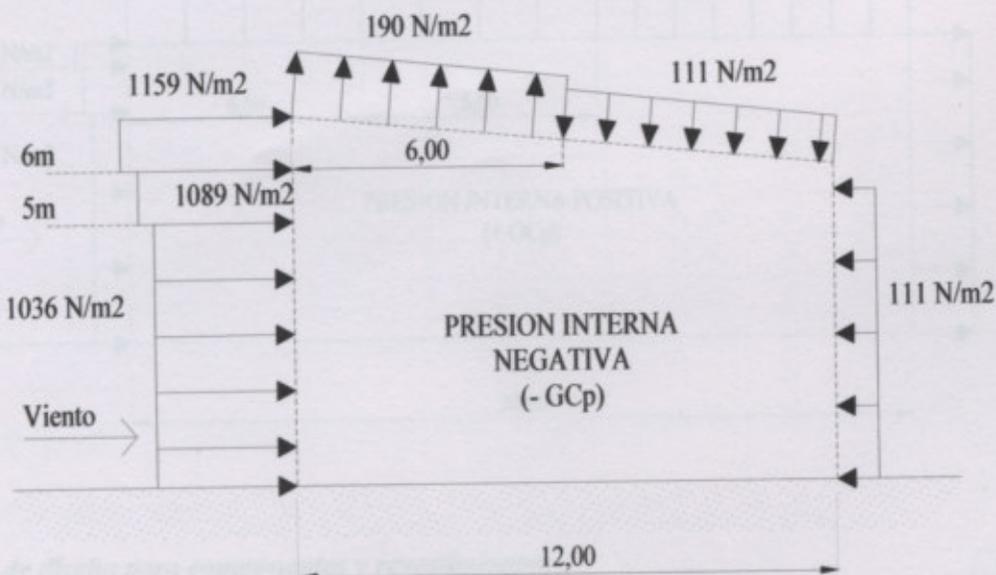
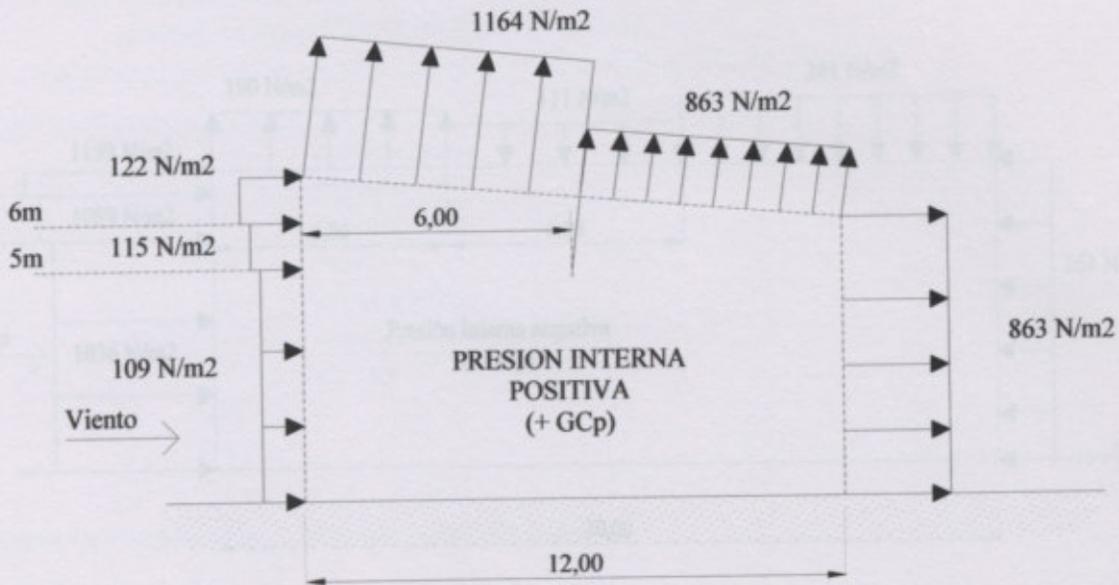
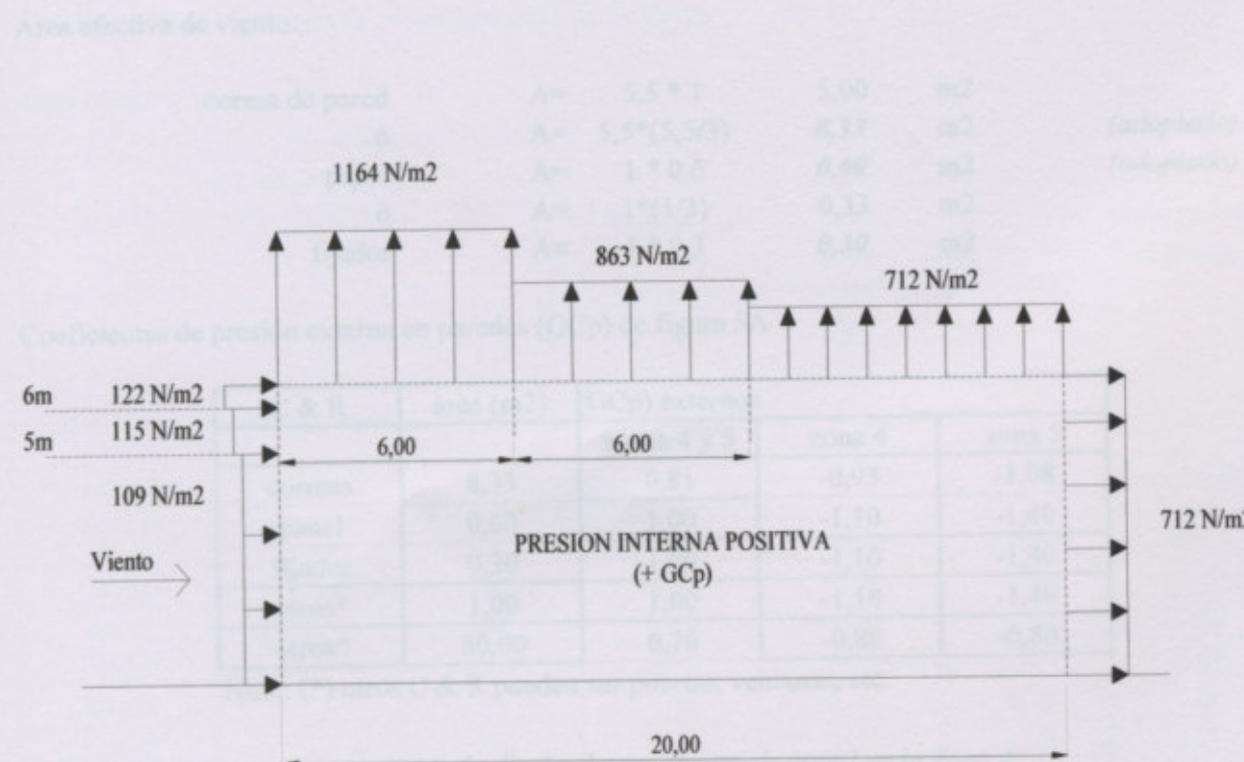
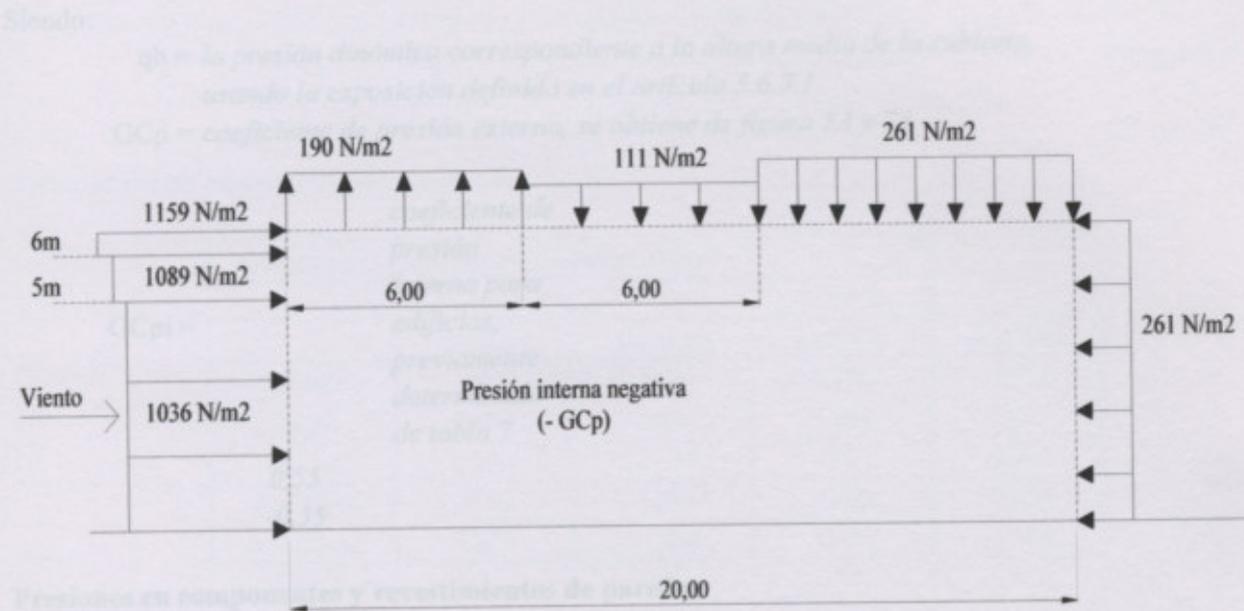




FIGURA: Presiones de diseño para el SPRFV, viento normal a la pendiente de cubierta



Presiones de diseño para componentes y revestimientos

La ecuación en el caso de edificios con altura media $h < 20m$ esta dada en el artículo 5.12.4.1:



Para presión $p = qz * (GCp - GCpi)$

Siendo:

$qh =$ la presión dinámica correspondiente a la altura media de la cubierta,
usando la exposición definida en el artículo 5.6.3.1

$GCp =$ coeficiente de presión externa, se obtiene de figura 5A y 7A

$GCpi =$ coeficiente de presión interna para edificios, previamente determinada de tabla 7

	de diseño (N/m^2)		
	negativa	positiva	negativa
correas	-1521	1298	-1675
panel	-1696	1593	-2004
0,55	1593	1593	-2004
-0,55	1593	1593	-2004
A & R	1285	1285	-1398

Presiones en componentes y revestimientos de paredes

Área efectiva de viento:

correa de pared	$A = 5,5 * 1$	5,00	m2	
ó	$A = 5,5 * (5,5/3)$	8,33	m2	(adoptado)
correa de panel	$A = 1 * 0,6$	0,60	m2	(adoptado)
ó	$A = 1 * (1/3)$	0,33	m2	(adoptado)
fijador	$A = 1 * 0,3$	0,30	m2	(adoptado)

Coeficientes de presión externa en paredes (GCp) de figura 5A

C & R	área (m2)	GCp externos		
		zonas 4 y 5	zona 4	zona 5
correas	8,33	0,81	-0,93	-1,08
panel	0,60	1,00	-1,10	-1,40
fijador	0,30	1,00	-1,10	-1,40
otros*	1,00	1,00	-1,10	-1,40
otros*	50,00	0,70	-0,80	-0,80

Nota: (*) otros C & R pueden ser puertas, ventanas, etc.

Cálculos típicos para las presiones de diseño de una correa de pared en la Zona 4

Para presión negativa máxima

$p =$	-1521	N/m2	con presión interna positiva	(adoptado)
$p =$	-391	N/m2	con presión interna negativa	



Para presión positiva máxima

$p = 267 \text{ N/m}^2$ con presión interna positiva
 $p = 1398 \text{ N/m}^2$ con presión interna negativa (adoptado)

Presiones netas en componentes de paredes, N/m^2

componente	presiones de diseño, (N/m^2)			
	zona 4		zona 5	
	positiva	negativa	positiva	negativa
correas	1398	-1521	1398	-1675
panel	1593	-1696	1593	-2004
fijador	1593	-1696	1593	-2004
$A < 1\text{m}^2$	1593	-1696	1593	-2004
$A < 50\text{m}^2$	1285	-1388	1285	-1388

Presiones en componentes y revestimientos de cubierta

Área efectiva de viento:

correa de pared	$A = 5,5 * 1$	5,00	m^2	
ó	$A = 5,5 * (5,5/3)$	8,33	m^2	(adoptado)
panel	$A = 1 * 0,6$	0,60	m^2	(adoptado)
ó	$A = 1 * (1/3)$	0,33	m^2	
fijador	$A = 1 * 0,3$	0,30	m^2	

Coefficientes (GC_p) para cubierta de la figura 7A, $3^\circ < \theta < 10^\circ$

C & R	área (m^2)	GC_p externos			
		zonas todas	zona 1	zona 2	zona 3
correas	8,33	0,20	-1,10	-1,20	-1,20
panel	0,60	0,30	-1,10	-1,30	-1,80
fijador	0,30	0,30	-1,10	-1,30	-1,80
otros*	<1	0,30	-1,10	-1,30	-1,80
otros*	>10	0,20	-1,10	-1,20	-1,20

Nota: (*) otros C & R pueden ser lucernas, etc.

Cálculos típicos para las presiones de diseño de una correa de cubierta en la Zona 1

Para presión negativa máxima

$p = -1696 \text{ N/m}^2$ con presión interna positiva (adoptado)



$p = -565$ N/m² con presión interna negativa

Para presión positiva máxima

$p = -360$ N/m² con presión interna positiva
 $p = 771$ N/m² con presión interna negativa

(adoptado)

Presiones netas en componentes de cubierta, N/m²

componente	presiones de diseño que se adoptan, (N/m ²)			
	positiva	negativa		
	zonas todas	zona 1	zona 2	zona 3
correas	771	-1696	-1799	-1799
panel	874	-1696	-1901	-2415
fijador	874	-1696	-1901	-2415
A < 1m ²	874	-1696	-1901	-2415
A < 10m ²	771	-1696	-1799	-1799

3.CALCULO DE LAS CORREAS

3.1.CORREAS DE TECHO

luz = 5,00 m calculamos las correas como simplemente apoyadas

s = 1,00 m separación entre correas

Se adopta dicha separación ya que es aconsejable para el apoyo de chapa ondulada común en techo es de 1m. A su vez esta separación coincide con los nudos de la sercha

1.Estados de carga

Angulo de inclinación de la cubierta

$$a = 5,00$$

$$\cos a = 0,996$$

$$\sen a = 0,087$$

a) Peso propio (qpp)

chapa Cinalum espesor 0,89mm + elementos de sujeción 10,00 kg/m²
perfil adoptado "C" 200 / 70 / 25 / 3,2 9,27 kg/m

$$qpp = 19,27 \text{ Kg/m}$$

$$qpp \ x = qpp \cdot \cos a = 19,20 \text{ Kg/m}$$

$$qpp \ y = qpp \cdot \sen a = 1,68 \text{ Kg/m}$$

b) Sobrecarga de lluvia (qll)



carga estimada de lluvia $q_{ll} = 40,00 \text{ Kg/m}^2$

$$q_{ll} = 40,00 \text{ Kg/m} \quad q_{ll} x = q_{ll} \cdot \cos \alpha = 39,85 \text{ Kg/m}$$

$$q_{ll} y = q_{ll} \cdot \sin \alpha = 3,49 \text{ Kg/m}$$

c) Montaje (carga de operario) (pop)
adoptamos

$$pop = 100,00 \text{ Kg/m} \quad pop x = pop \cdot \cos \alpha = 99,62 \text{ Kg/m}$$

$$pop y = pop \cdot \sin \alpha = 8,72 \text{ Kg/m}$$

d) Carga de viento (qv)

presión máxima

$$q_{vp} = 78,63 \text{ Kg/m} \quad q_{vp} x = q_{vp} \cdot \cos \alpha = 78,33 \text{ Kg/m}$$

$$q_{vp} y = q_{vp} \cdot \sin \alpha = 6,85 \text{ Kg/m}$$

succión máxima

$$q_{vs} = -183,47 \text{ Kg/m} \quad q_{vs} x = q_{vs} \cdot \cos \alpha = -182,77 \text{ Kg/m}$$

$$q_{vs} y = q_{vs} \cdot \sin \alpha = -15,99 \text{ Kg/m}$$

2. Cálculo de solicitaciones

a) Estado 1 peso propio mas lluvia (a + b)

$$y - y \quad q_{pp} + q_l = 59,04 \text{ Kg/m} \quad M_x = 184,51 \text{ Kgm}$$

$$x - x \quad q_{pp} + q_l = 5,17 \text{ Kg/m} \quad M_y = 16,14 \text{ Kgm}$$

b) Estado 2 peso propio mas montaje (a + c)

$$y - y \quad q_{pp} + pop = 118,82 \text{ Kg/m} \quad M_x = 371,30 \text{ Kgm}$$

$$x - x \quad q_{pp} + pop = 10,40 \text{ Kg/m} \quad M_y = 32,48 \text{ Kgm}$$

c) Estado 3 peso propio mas viento (a + d)

$$y - y \quad q_{pp} + q_{vp} = 97,53 \text{ Kg/m} \quad M_x = 304,77 \text{ Kgm}$$

$$x - x \quad q_{pp} + q_{vp} = 8,53 \text{ Kg/m} \quad M_y = 26,66 \text{ Kgm}$$

$$y - y \quad q_{pp} + q_{vs} = -163,57 \text{ Kg/m} \quad M_x = -511,16 \text{ Kgm}$$

$$x - x \quad q_{pp} + q_{vs} = -14,31 \text{ Kg/m} \quad M_y = -44,72 \text{ Kgm}$$

3. Dimensionamiento

$$\sigma_{\alpha \delta \mu} = 1400 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{cargas permanentes}$$

$$\sigma_{\alpha \delta \mu}^* = 1600 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{cargas accidentales}$$



El estado mas desfavorable es el estado 3 (qpp + qv)

$$M_x \max = 511,16 \text{ Kgm}$$

$$W \text{ nec} = \frac{M_x}{\sigma \alpha \delta \mu^*} = 31,95 \text{ cm}^3$$

adopto: perfil C 180 / 70 / 25 / 2

$$W_x = 39,84 \text{ cm}^3 \text{ verifica}$$

$$W_y = 10,67 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 358,56 \text{ cm}^4$$

El estado con $M_y \max$ es el estado 3 (qpp + qv)

$$M_y \max = 26,66 \text{ Kgm}$$

* Verificación de tensiones

$$\sigma(3) = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma(3) = 1283,03 + 249,92$$

$$\sigma(3) = 1532,94 < \sigma \alpha \delta \mu^* \text{ verifica}$$

* Verificación a la flecha

$$f_{adm} = 1/250 = 2 \text{ cm}$$

$$q_y = 1,64 \text{ kg/cm}$$

$$q_x = 0,14 \text{ kg/cm}$$

$$l = 500 \text{ cm}$$

$$E = 2100000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I_x = 358,56 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 75,35 \text{ cm}^4$$

$$f_y = \frac{5 * q_y * l^4}{384 * E * I_x} = 1,77 \text{ cm} \text{ verifica}$$

$$f_x = \frac{5 * q_x * l^4}{384 * E * I_y} = 0,74 \text{ cm} \text{ verifica}$$

Por lo tanto se considera que no es necesario colocar tillas

3.2.CORREAS DE PAREDES LATERALES

luz = 5,00 m calculamos las correas como simplemente apoyadas

s = 1,00 m separación entre correas



1. Estados de carga

a) Peso propio (qpp)

chapa Cincalum espesor 0,89mm + elementos de sujeción	10,00	kg/m ²		
perfil adoptado "C" 180 / 70 / 25 / 2,5	9,27	kg/m		
qpp =	9,27	Kg/m	Mypp =	28,97 Kg

b) Carga de viento (qv)

succión máxima				
qv =	170,88	Kg/m	Mxv =	534,02 Kg

2. Dimensionamiento

$\sigma_{\alpha\delta\mu^*} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$ cargas accidentales

$W_{nec} = \frac{M_x}{\sigma_{\alpha\delta\mu^*}} = 33,38 \text{ cm}^3$

adopto: perfil C 180 / 70 / 25 / 2,5

W_x =	48,91	cm³	verifica
W_y =	12,95	cm³	
I_x =	440,20	cm⁴	

* Verificación de tensiones

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma = 1091,83 + 223,70$$

$$\sigma = 1315,53 < \sigma_{\alpha\delta\mu^*} \text{ verifica}$$

* Verificación a la flecha

$f_{adm} = 1/250 = 2 \text{ cm}$

qpp =	0,09	kg/cm
qv =	1,71	kg/cm
l =	500	cm
E =	2100000	Kg/cm ²
I _x =	440,20	cm ⁴
I _y =	75,35	cm ⁴



$$f_y = \frac{5 * q_v * 14}{384 * E * I_x} = 1,50 \text{ cm} \quad \text{verifica}$$

Debido a que el ángulo es muy pequeño, las cargas en el sentido x-x resultan muy pequeñas. por lo tanto se considera que no es necesario colocar tillas, verificación:

$$f_x = \frac{5 * q_{pp} * 14}{384 * E * I_y} = 0,48 \text{ cm} \quad \text{verifica}$$

Por lo tanto se considera que no es necesario colocar tillas

4. ANÁLISIS DE CARGAS PARA LOS PÓRTICOS

Se propone un peso propio de la sercha, y se dimensiona, luego se obtiene el peso propio real. Con el peso propio real de la sercha, se vuelve a cargar el pórtico para verificar los nuevos esfuerzos para proceder al cálculo de las columnas.

4.1. ESTADOS DE CARGA

4.1.1. VIENTO

a) paredes a barlovento *presión* $q_{vp} = 142,58 \text{ Kg/m}^2$

$$q_p = q_{vp} * luz * s$$

$$q_{p1} = 712,89 \text{ Kg}$$

$$q_{p2} = 534,67 \text{ Kg}$$

$$q_{p3} = 178,22 \text{ Kg}$$

$$q_{p4} = 356,45 \text{ Kg}$$

a) paredes a sotavento *succión* $q_{vs} = -170,88 \text{ Kg/m}^2$

$$q_s = q_{vs} * luz * s$$

$$q_{s1} = -854,42 \text{ Kg}$$

$$q_{s2} = -640,82 \text{ Kg}$$

$$q_{s3} = -213,61 \text{ Kg}$$

$$q_{s4} = -427,21 \text{ Kg}$$

c) cubierta *succión* $q_{vs} = -183,47 \text{ Kg/m}^2$

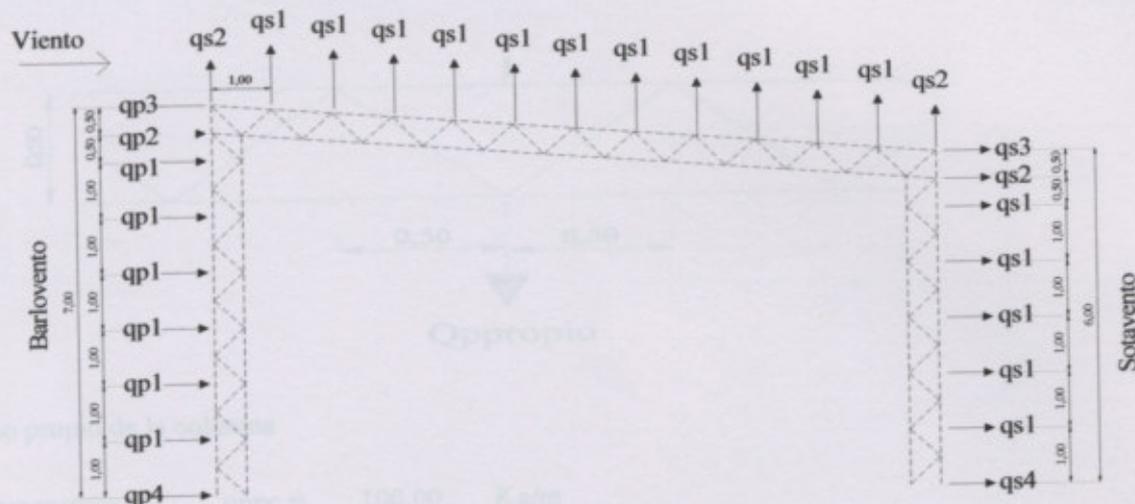
$$q_s = q_{vs} * luz * s$$

$$q_{s1} = -917,33 \text{ Kg}$$

$$q_{s2} = -458,66 \text{ Kg}$$

elemento	perfil	peso propio (Kg/m)	luz (m)	trazo (m)	peso propio (Kg)
I columnas	2 UPN 140	32,00	1,00	1,00	32,00
II cordones	3 UPN 140	32,00	0,50	2,00	32,00
III diagonal	2 $3 \times 3 \times 5/8''$	27,30	0,71	2,00	38,46

$$Q_{pp} = 102,46$$



4.1.2. PESO PROPIO

a) correas de techo (pp+chapa)

chapa + elementos de sujeción
correa "C" 200 / 70 / 25 / 3,2

CH = 10,00 kg/m²
G = 9,27 kg/m

$$pc = G * luz + CH * luz * s$$

pc1 = 96,35 Kg
pc2 = 71,35 Kg

b) correas laterales (pp+chapa)

chapa + elementos de sujeción
correa "C" 200 / 70 / 25 / 3,2

CH = 10,00 kg/m²
G = 9,27 kg/m

$$pc = G * luz + CH * luz * s$$

pl1 = 96,35 Kg
pl2 = 83,85 Kg
pl3 = 58,85 Kg
pl4 = 71,35 Kg

c) peso propio de la sercha

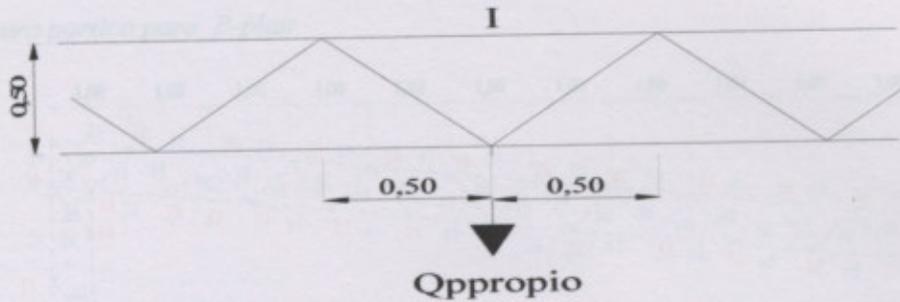
h prom = 0,90 m

elemento	perfil	peso unit. (kg/m)	luz (m)	cantidades en tramo	peso tramo (kg)
I cordones	2 UPN 140	32,00	1,00	1,00	32,00
II cordones	2 UPN 140	32,00	0,50	2,00	32,00
III diagonal	2 < 3" x 3/8"	27,20	0,71	2,00	38,46

Qpp = 102,46

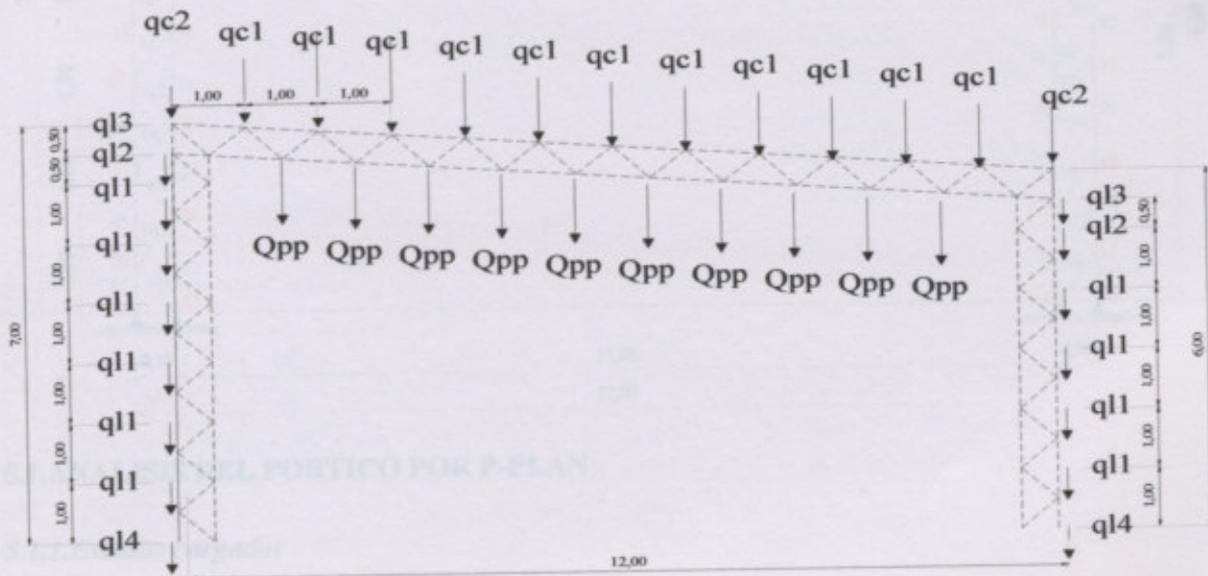


ESTRUCTURA DEL PORTICO



d) peso propio de la columna

suponemos $q_{ppc} = 100,00 \text{ Kg/m}$

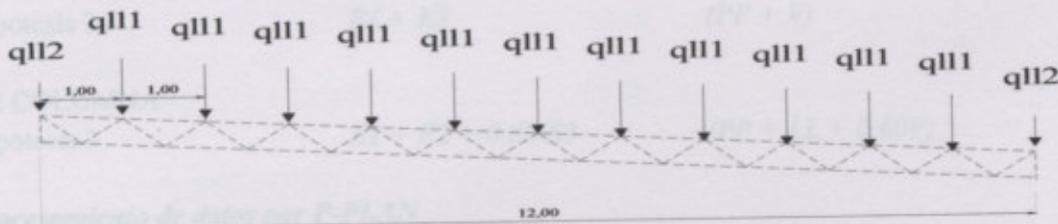


4.1.3. SOBRECARGA DE LLUVIA

$q_{ll} = 30,00 \text{ Kg/m}^2$

$q_{p1} = 150,00 \text{ Kg}$

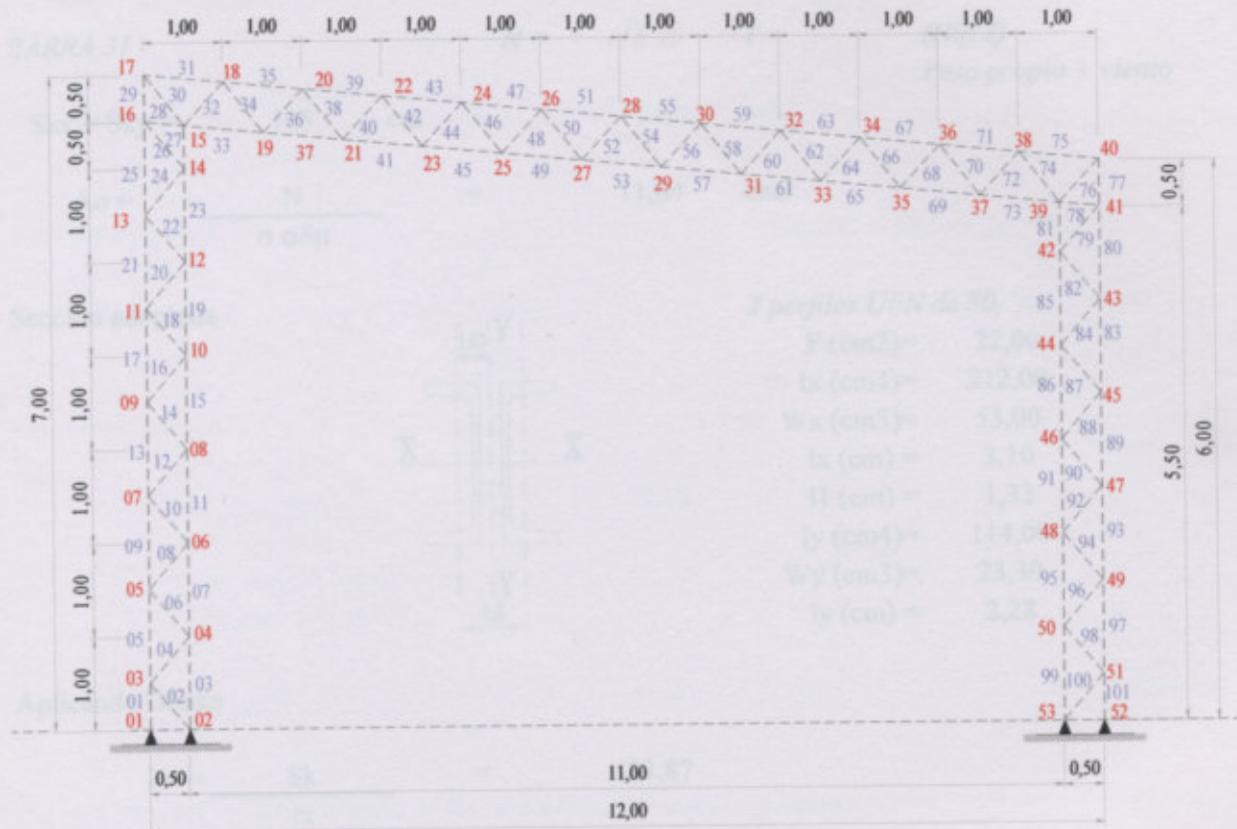
$q_{p2} = 75,00 \text{ Kg}$





5. ESTRUCTURA DEL PÓRTICO

Estructura portico para P-plan



5.1. ANALISIS DEL PORTICO POR P-PLAN

5.1.1. Estados cargados

ESTADO 1	Peso propio (c/peso supuesto de la cercha)
ESTADO 2	Sobrecarga de lluvia
ESTADO 3	Accion del viento

5.1.2. Combinacion de estados para dimensionamiento

DE SERCHA

Hipotesis 1	$E1 + E2$	$(PP + LL)$
Hipotesis 2	$E1 + E3$	$(PP + V)$

DE COLUMNA

Hipotesis 3	$E1 + E2 + 0,60 E3$	$(PP + LL + 0,60V)$
-------------	---------------------	---------------------

Procesamiento de datos por P-PLAN

(Ver hojas adjuntas al final del capitulo)



6. DIMENSIONAMIENTO DE LA SERCHA

6.1. CORDÓN SUPERIOR

BARRA 31

$$N = -16,30$$

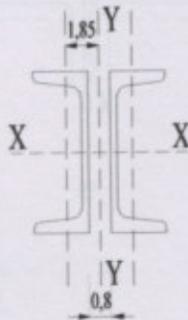
$$\sigma_{adm} = 1,40 \text{ T/cm}^2$$

(Hip. 2)
Peso propio + viento

$$S_{kx} = S_{ky} = 105 \text{ cm}$$

$$A_o = \frac{N}{\sigma_{adm}} = 11,64 \text{ cm}^2$$

Sección adoptada



2 perfiles UPN de 80

F (cm ²)=	22,00
I _x (cm ⁴)=	212,00
W _x (cm ³)=	53,00
i _x (cm)=	3,10
i ₁ (cm)=	1,33
I _y (cm ⁴)=	114,00
W _y (cm ³)=	23,30
i _y (cm)=	2,28

Aplicando Donke

$$\lambda_o = \frac{S_k}{i_x} = 33,87$$

de pag. 297 A.C.
de pag. 642 A.C.

$$\lambda = 35,30$$

$$\omega = 1,11$$

$$\sigma = \frac{w \cdot N}{F} = 0,82 \text{ T/cm}^2$$

verifica

Pandeo eje inmaterial (y-y)

$$L = s_1 \cdot h$$

$$s_1 = L / h$$

s₁ : separación entre presillas

$$\lambda_1 = \sigma_1 / \tau_1$$

$$\lambda_1 = \Lambda / (\eta \cdot \tau_1) < 50$$

h : cantidad de espacios

L : longitud de la barra

$$h = L / (i_1 \cdot 50)$$

$$h = 1,58$$

$$\text{adopto } h = 2,00$$

$$\lambda_1 = L / (i_1 \cdot h) = 39,38$$

$$\lambda_\psi = L / i_y = 46,05$$

$$\lambda_{\psi 1} = \alpha_1 z \sqrt{112 + I_y^2} = 60,60$$

de pag. 642 A.C.

$$\omega_{\psi 1} = 1,31$$

$$\sigma = \frac{w \cdot N}{F} = 0,97 \text{ T/cm}^2$$

verifica



6.2. DIAGONALES

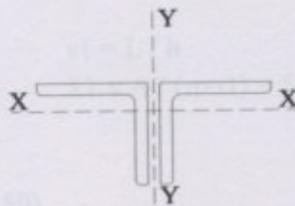
$\sigma_{\alpha\delta\mu} = 1,40 \text{ T/cm}^2$

BARRA 30 $N = 23,69 \text{ T}$ (Hip. 2)

$S_{kx} = S_{ky} = 74,5 \text{ cm}$

$A_o = \frac{N}{\sigma_{\alpha\delta\mu}} = 16,92 \text{ cm}^2$

Sección adoptada



2 perfiles < de 65 x 65 x 98

$F \text{ (cm}^2\text{)} = 21,96$
 $i_x \text{ (cm)} = 1,94$

Aplicando Donke

$\lambda_o = \frac{S_k}{i_x} = 38,40$

de pag. 297 A.C.
de pag. 642 A.C.

$\lambda = 41,20$
 $\omega = 1,14$

$\sigma = \frac{w * N}{F} = 1,23 \text{ T/cm}^2$

verifica

No es necesario comprobar para el eje inmaterial y-y puesto que $i_x = i_l$

$\lambda_{\xi} > \lambda_{\psi t}$

6.3. CORDÓN INFERIOR

$\sigma_{\alpha\delta\mu} = 1,40 \text{ T/cm}^2$

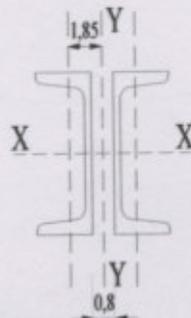
BARRA 53

$N = -12,61 \text{ T}$ (HIPÓTESIS 2)

$S_{kx} = S_{ky} = 100 \text{ cm}$

$A_o = \frac{N}{\sigma_{\alpha\delta\mu}} = 9,01 \text{ cm}^2$

Sección adoptada



2 perfiles UPN de 80

$F \text{ (cm}^2\text{)} = 22,00$
 $I_x \text{ (cm}^4\text{)} = 212,00$
 $W_x \text{ (cm}^3\text{)} = 53,00$
 $i_x \text{ (cm)} = 3,10$
 $i_l \text{ (cm)} = 1,33$
 $I_y \text{ (cm}^4\text{)} = 114,00$
 $W_y \text{ (cm}^3\text{)} = 23,30$
 $i_y \text{ (cm)} = 2,28$

Aplicando Donke



$$\lambda_0 = \frac{S_k}{i_x} = 32,26$$

de pag. 297 A.C.
de pag. 642 A.C.

$$\lambda = 33,70$$

$$\omega = 1,10$$

$$\sigma = \frac{w * N}{F} = 0,63 \quad \text{T/cm}^2 \quad \text{verifica}$$

Pandeo eje inmaterial (y-y)

$$L = s_1 * h$$

$$\lambda_1 = \sigma_1 / \tau_1$$

$$s_1 = L / h$$

$$\lambda_1 = \Lambda / (\eta * \tau_1) < 50$$

s_1 : separación entre presillas
 h : cantidad de espacios
 L : longitud de la barra

$$h = L / (i_1 * 50)$$

$$h = 1,50$$

$$\text{adopto } h = 1,50$$

$$\lambda_1 = L / (i_1 * h) = 50,01$$

$$\lambda_\psi = L / i_y = 43,86$$

$$\lambda_\psi 1 = a_{iz} (112 + 1y2) = 66,52$$

de pag. 642 A.C.

$$\omega_\psi 1 = 1,37$$

$$\sigma = \frac{w * N}{F} = 0,78 \quad \text{T/cm}^2 \quad \text{verifica}$$

6.4. MONTANTES DE BORDE (29 y 77)

$$\sigma_{\alpha\delta\mu} = 1,40 \quad \text{T/cm}^2$$

BARRA 29

$$N = -15,74 \quad \text{T} \quad (\text{Hip. 2})$$

$$S_{kx} = S_{ky} = 50 \quad \text{cm}$$

Sección adoptada

2 perfiles < de 65 x 65 x 9

$$F \text{ (cm}^2\text{)} = 21,96$$

$$i_x \text{ (cm)} = 1,94$$

$$W_x \text{ (cm}^3\text{)} = 8,06$$

Verificación de perfiles

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W_x}$$

$$\sigma = 0,72 + 0,00$$

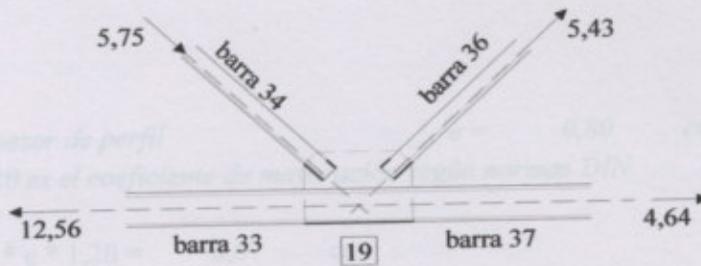
$$\sigma = 0,72 < \sigma_{\alpha\delta\mu}^* \quad \text{verifica}$$

6.5. CORDONES DE SOLDADURA

$$\tau_{\alpha\delta\mu} = 0,90 \quad \text{T/cm}^2$$



NUDO 19 (PP + V)	(barra 33) N=	12,56	T	15-19
	(barra 34) N=	-5,75	T	18-19
	(barra 36) N=	5,43	T	19-20
	(barra 37) N=	4,64	T	19-21



Cordón 15-19-21

No se transfiere carga a la chapa de nudo

Adopto soldadura mínima

Espesor de la garganta de soldadura "a"

Donde: espesor de perfil

$e = 0,80 \text{ cm}$

1,20 es el coeficiente de mayoración según normas DIN

$a > 0,70 * e * 1,20 = 0,67 \text{ cm}$

adopto $a = 0,70 \text{ cm}$

$Lc > 15 * a$

$Lcmin > 10,5 \text{ cm}$

$Lt min = Lc + 2a$

$Lt min = 11,90 \text{ cm}$

Cordón 18-19

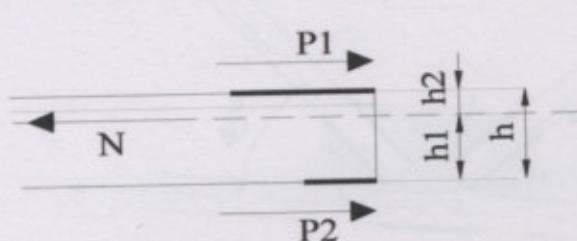
Donde: espesor de perfil

$e = 0,80 \text{ cm}$

1,20 es el coeficiente de mayoración según normas DIN

$a > 0,70 * e * 1,20 = 0,67 \text{ cm}$

adopto $a = 0,70 \text{ cm}$



$h = 6,50 \text{ cm}$

$h1 = 4,57 \text{ cm}$

$h2 = 1,93 \text{ cm}$

$P1 = 4,04 \text{ T}$

$P2 = 1,71 \text{ T}$

$Lc2 = P2 / (tadm * 2a)$

$Lc2 = 1,36 \text{ cm}$

$Lcmin > 15 * a$

$Lc > 10,50 \text{ cm}$



$$\tau_{\alpha\beta} = N / (Lc2 * 2a)$$

$$Lc1 = P1 / (t \text{ trab} * 2a)$$

$$\tau_{\alpha\beta} = 0,39 \quad T/cm^2$$

$$Lc1 = 7,38 \quad cm$$

$$L2t = L2c + 2a$$

$$L1t = L1c + 2a$$

$$L2t = 11,90 \quad cm$$

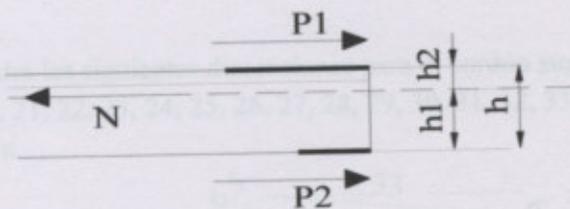
$$L1t = 11,90 \quad cm$$

Cordón 19-20

Donde: *espesor de perfil* $e = 0,80 \quad cm$
1,20 es el coeficiente de mayoración según normas DIN

$$a > 0,70 * e * 1,20 = 0,67 \quad cm$$

adopto $a = 0,70 \quad cm$



$$h = 6,50 \quad cm$$

$$h1 = 4,57 \quad cm$$

$$h2 = 1,93 \quad cm$$

$$P1 = 3,82 \quad T$$

$$P2 = 1,61 \quad T$$

$$Lc2 = P2 / (tadm * 2a)$$

$$Lcmin > 15 * a$$

$$Lc2 = 1,28 \quad cm$$

$$Lc > 10,50 \quad cm$$

$$\tau_{\alpha\beta} = N / (Lc2 * 2a)$$

$$Lc1 = P1 / (t \text{ trab} * 2a)$$

$$\tau_{\alpha\beta} = 0,37 \quad T/cm^2$$

$$Lc1 = 7,38 \quad cm$$

$$L2t = L2c + 2a$$

$$L1t = L1c + 2a$$

$$L2t = 11,90 \quad cm$$

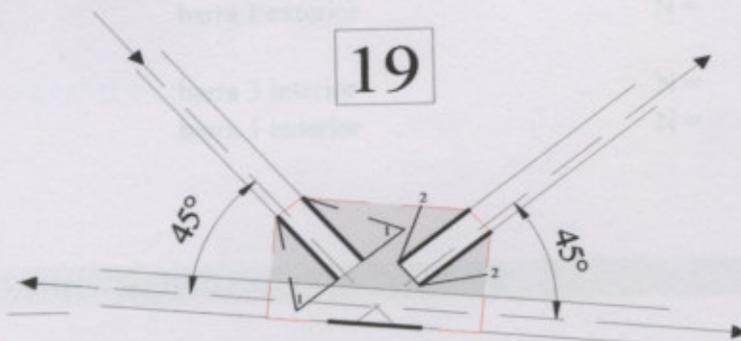
$$L1t = 11,90 \quad cm$$

Adopto $Lt = 12,00 \quad cm$

6.6. VERIFICACIÓN DE LAS CHAPAS DE NUDO (CARTELAS)

NUDO 19

$$\sigma_{\alpha\delta\mu} = 1,60 \quad T/cm^2$$



sección 1-1: *aplastamiento*



$$L = 49,20 \text{ cm}$$

$$e_l = \frac{P}{L \cdot \text{sadm}} \quad e_l = 0,07 \text{ cm}$$

$$e = 0,80 \text{ cm}$$

$$e_l \ll e \quad \text{verifica}$$

sección 2-2: arrancamiento

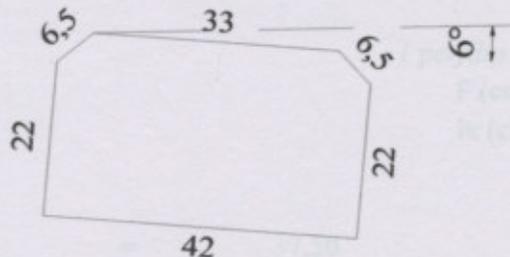
$$L = 33,50 \text{ cm}$$

$$e_l = \frac{P}{L \cdot \text{sadm}} \quad e_l = 0,10 \text{ cm}$$

$$e = 0,80 \text{ cm}$$

$$e_l \ll e \quad \text{verifica}$$

La cartela tendrá las siguientes dimensiones para el cordón superior e inferior, en los nudos:
15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38 y 39
espesor = 8mm



7. DIMENSIONAMIENTO DE LA COLUMNA

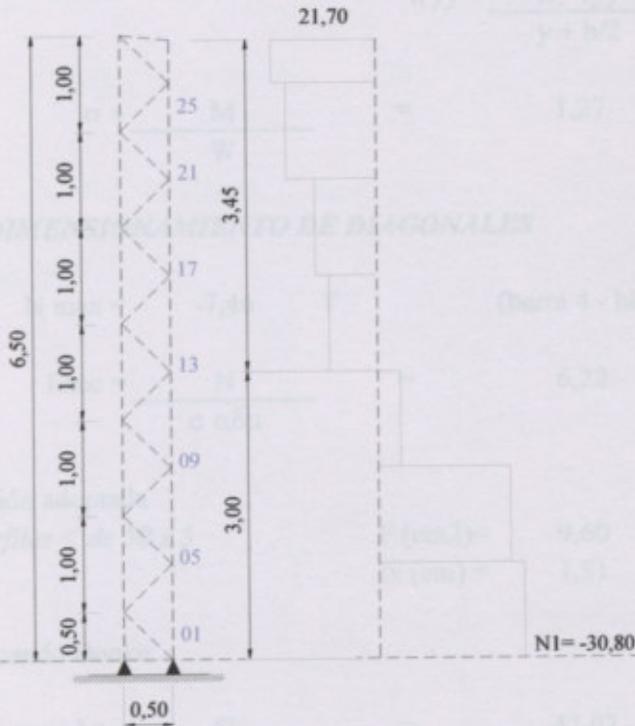
Esfuerzos en la parte inferior de la columna para los distintos estados de carga (de p-plan)

HIPÓTESIS 1 pp + ll	barra 3 interior	N = 0,38	T
	barra 1 exterior	N = -4,97	T
HIPÓTESIS 2 pp + v	barra 3 interior	N = -21,70	T
	barra 1 exterior	N = 30,80	T
HIPÓTESIS 3 pp+ ll+ 0,6v	barra 3 interior	N = -15,55	T
	barra 1 exterior	N = 15,45	T

7.1. DIMENSIONAMIENTO DEL PARANTE INTERIOR

Con respecto al eje x-x

$$\sigma_{\alpha\delta\mu} = 1,40 \text{ T/cm}^2$$



$$\begin{aligned}
 H &= 6,50 \text{ m} \\
 h &= 3,00 \text{ m} \\
 N1 &= 30,80 \text{ T} \\
 Skx &= 3,00 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fo &= \frac{N1}{\sigma \alpha \delta \mu} \\
 Fo &= 22,00 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Sección adoptada

1 perfiles IPN de 200

$$\begin{aligned}
 F \text{ (cm}^2\text{)} &= 33,40 \\
 ix \text{ (cm)} &= 8,00
 \end{aligned}$$

Aplicando Donke

$$\lambda_0 = \frac{Sk'x}{ix} = 37,50$$

de pag. 297 A.C.
de pag. 642 A.C.

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 39,80 \\
 \omega &= 1,15
 \end{aligned}$$

$$F_{nec} = \frac{w * N1}{\sigma \alpha \delta \mu} = 25,30 \text{ cm}^2$$

verifica

$$\sigma \tau \alpha \beta = \frac{w * N1}{F} = 1,06 \text{ T/cm}^2$$

verifica

Verificación con respecto al eje y-y

$$\begin{aligned}
 qv &= 0,0086 \text{ T/cm} && (60\% \text{ viento}) \\
 M &= 1807,19 \text{ tcm}
 \end{aligned}$$

adoptado IPN 200

$$\begin{aligned}
 F \text{ (cm}^2\text{)} &= 33,40 \\
 Iy \text{ (cm}^4\text{)} &= 117,00 \\
 b \text{ (cm)} &= 9,00 \\
 y \text{ (cm)} &= 25,00
 \end{aligned}$$

$$\text{para 1 perfil} \quad I_{yy} = I_j + A * y^2 = 20992,00 \text{ cm}^4$$



$$W_{yy} = \frac{2 * I_{yy}}{y + b/2} = 1423,19 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = 1,27 \text{ T/cm}^2 \quad \text{verifica}$$

7.2.DIMENSIONAMIENTO DE DIAGONALES

$$\sigma \alpha \delta \mu = 1,20 \text{ T/cm}^2$$

$$N_{\max} = -7,46 \text{ T} \quad (\text{barra 4 - hipótesis 2})$$

$$F_{nec} = \frac{N}{\sigma \alpha \delta \mu} = 6,22 \text{ cm}^2$$

Sección adoptada
2 perfiles < de 50 x 5

$$F \text{ (cm}^2\text{)} = 9,60 \quad S_k \text{ (cm)} = 71,00$$

$$i_x \text{ (cm)} = 1,51$$

Aplicando Donke

$$\lambda_o = \frac{S_k}{i_x} = 47,02$$

de pag. 297 A.C.
de pag. 642 A.C.

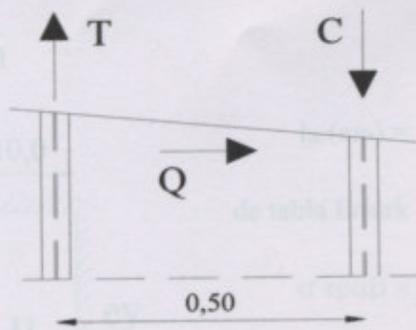
$$\lambda = 51,30$$

$$\omega = 1,32$$

$$F_{nec} = \frac{w * N_1}{\sigma \alpha \delta \mu} = 8,17 \text{ cm}^2 \quad \text{verifica}$$

$$\sigma_{\text{tr}\alpha\beta} = \frac{w * N_1}{F} = 1,02 \text{ T/cm}^2 \quad \text{verifica}$$

8.CALCULO DE LA BASE METÁLICA INDEPENDIENTE



$$e > 0,50 \text{ m}$$

(hipótesis 2)

$$\text{barra 1} \quad C = 30,80 \text{ T}$$

$$\text{barra 3} \quad T = 21,70 \text{ T}$$

8.1.CALCULO DE LA PLACA DE BASE

Compresión de la placa de asiento

$$\sigma \alpha \delta \mu_{H\equiv} = 50,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma \alpha \delta \mu = 1,40 \text{ T/cm}^2$$

$$F_{nec} = \frac{C}{\sigma \alpha \delta \mu_{H\equiv}} = 616,00 \text{ cm}^2$$

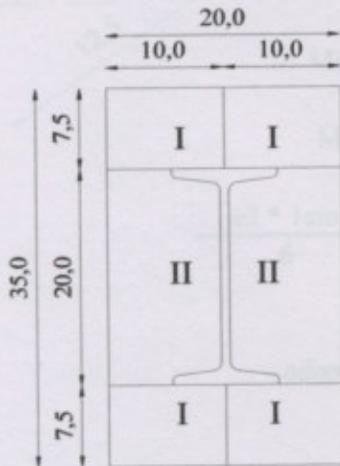


$$F = a * b > F_{nec}$$

adopto: $a \text{ (cm)} = 20$
 $b \text{ (cm)} = 35$

$$F = 700,00 \text{ cm}^2 > F_{nec} \quad \text{verifica}$$

La sección es:



PRESIÓN

$$P = \frac{N}{F}$$

$$P = 0,04 \text{ T/cm}^2$$

verifica

8.2. NUMERO DE PERNOS NECESARIOS (A.C. pag. 331)

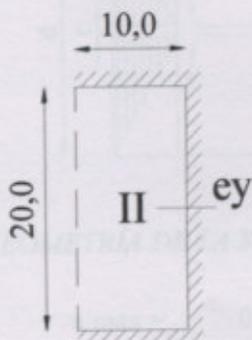
adopto: perno M36 $T1 \alpha \delta \mu = 8340,00 \text{ kg}$
 $\emptyset = 3,60 \text{ cm}$

$$n^{\circ} \text{ pernos: } \frac{T}{T1 \alpha \delta \mu} = 2,60 \text{ u } \quad \mathbf{4 \text{ pernos}}$$

8.3. ESPESOR DE LA PLACA

$$\sigma \alpha \delta \mu = 1200,00 \text{ kg/cm}^2$$

LOSA II



$$l_x \text{ (cm)} = 20,00 \quad l_y \text{ (cm)} = 10,00$$

$$\lambda_o = l_x / l_y = 2,00$$

de tabla Erturk

$$\eta \epsilon \psi = 0,0277$$

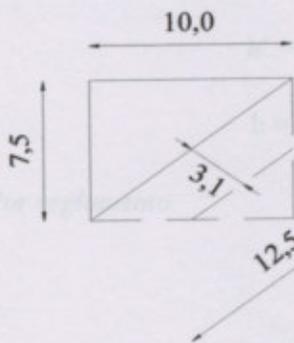
$$\sigma \text{ tr} \alpha \beta = \frac{C}{F_{nec}} = 50,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q = \sigma \text{ tr} \alpha \beta * \lambda \xi * \lambda_i = 10000,00 \text{ kg}$$

$$M_{ii} = \eta \epsilon \psi * \Theta = 277,00 \text{ kgcm/cm}$$



LOSA I



$$b \text{ (cm)} = 7,50 \quad l \text{ (cm)} = 12,50$$

$$b' \text{ (cm)} = 15,00 \quad a \text{ (cm)} = 3,10$$

$$R \text{ vol.} = \frac{\sigma H \equiv \beta * \beta \times}{2}$$

$$R \text{ vol.} = 2812,50 \quad \text{kg}$$

$$M_i = R \text{ vol.} * a / l = 697,50 \quad \text{kgcm/cm}$$

$$M = \max(M_i, M_{ii}) = 697,50 \quad \text{kgcm/cm}$$

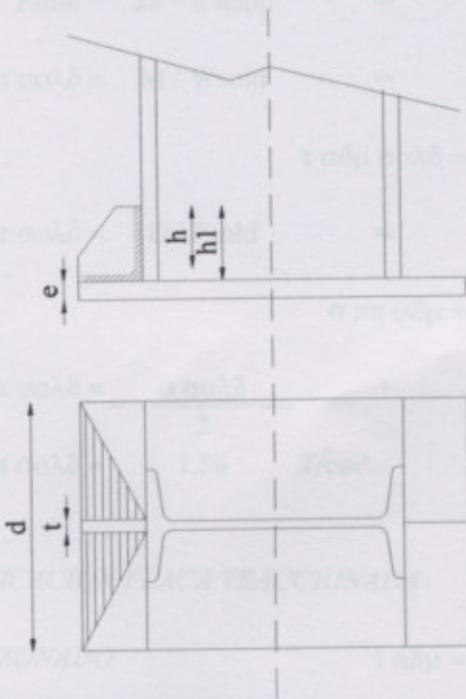
$$\frac{e^2 * l \text{ cm}}{6} = W_{nec} > \frac{M}{\sigma \alpha \delta \mu}$$

$$e = \text{raíz}(6 * M / s \text{ adm})$$

$$e = 1,87 \quad \text{cm}$$

$$\text{adopto } e = 3,18 \quad \text{cm} \quad 1 \frac{1}{4}''$$

8.4.DIMENSIONAMIENTO DE LAS COSTILLAS



$$\sigma_{\text{trab}} H \equiv = 0,05 \quad \text{T/cm}^2$$

$$\sigma_{\alpha \delta \mu} \text{ sold} = 1,05 \quad \text{T/cm}^2$$

$$d \text{ (cm)} = 20,00$$

$$b \text{ (cm)} = 7,50$$

$$e \text{ (cm)} = 3,18$$

$$h \text{ perfil (cm)} = 20,00$$

$$D = \sigma_{\text{trab}} H \equiv * \delta * \beta / 2$$

$$D = 3,75 \quad \text{T}$$

$$M = D * 2/3 d$$

$$M = 50,00 \quad \text{Tcm}$$

$$\text{adopto } t = 1,50 \quad \text{cm}$$

GEOMETRÍA DE LA SOLDADURA

$$a \text{ max} = 0,7 t$$

$$a \text{ max} = 0,30$$

$$a = 1,05 \quad \text{cm}$$



$$W_{\text{sold}} = \frac{2 \cdot a \cdot h'^2}{6} = \frac{M}{\sigma_{\text{adm}} \text{ sold}} = 47,62 \text{ cm}^3$$

$$h' = \text{raíz}(W_{\text{sold}} \cdot 6 / 2a) = 11,66 \text{ cm}$$

$$h = h' + 2a = 13,76 \text{ cm}$$

Por reglamento

$$h_{\text{min}} = 0,75 h \text{ perfil} = 15,00 \text{ cm}$$

adopto $h = 15,00 \text{ cm}$

$$h + 2 \text{ cm} = 17,00 \text{ cm}$$

$$1,1 h = 16,50 \text{ cm}$$

$$h_1 = 17,00 \text{ cm}$$

VERIFICACIÓN DE LA SOLDADURA

$$h' \text{ adop} = h \text{ adop} - 2a = 12,90 \text{ cm}$$

$$W_{\text{sold}} = \frac{2a(h' \text{ adop})^2}{6} = 58,24 \text{ cm}^3$$

$$F_{\text{sold}} = 2a \cdot h' \text{ adop} = 27,09 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{\text{sold}} = M / W_{\text{sold}} = 0,86 \text{ T/cm}^2$$

$$\tau_{\text{adm}} \text{ sold} = 1,05 \text{ T/cm}^2$$

$$\tau_{\text{sold}} = D / F_{\text{sold}} = 0,14 \text{ T/cm}^2$$

verifica

$$\sigma_{\text{pp}} \text{ adm} = 1,60 \text{ T/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{pp}} \text{ sold} = \frac{\sigma_{\text{sold}}}{2} + 1/2 \text{ raíz}(s \text{ sold}^2 + 4 t \text{ sold}^2)$$

$$\sigma_{\text{pp}} \text{ sold} = 1,56 \text{ T/cm}^2$$

verifica

VERIFICACIÓN PLACA TRACCIONADA

* PUNZONADO $\tau_{\text{adm}} = 1,05 \text{ T/cm}^2$

$$\varnothing \text{ arandela} = 2 \varnothing \text{ perno} = 7,20 \text{ cm}$$

$$T_1 \text{ perno} = \frac{T}{n^{\circ} \text{ perno}} = 5,43 \text{ T}$$

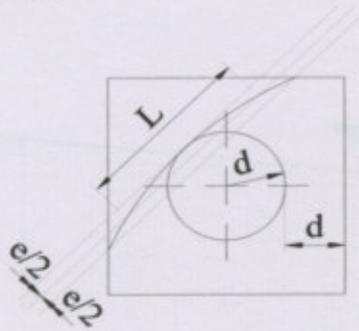
$$\tau_{\text{puv}} \zeta = \frac{T_1 \text{ perno}}{A} = 0,08 \text{ T/cm}^2$$

verifica



$$\pi * \alpha \rho * \epsilon$$

* ARRANCAMIENTO



$$\sigma_{\alpha\delta\mu} = 1,60 \quad \text{T/cm}^2$$

$$d \text{ (cm)} = 3,60$$

$$L \text{ (cm)} = 11,40$$

$$e \text{ (cm)} = 3,18$$

$$M = T1 * d = 19,53 \quad \text{Tcm}$$

$$W = e^2 * L / 6 = 19,15 \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = 1,02 \quad \text{T/cm}^2 \quad \text{verifica}$$

8.5. PERNOS DE ANCLAJE (longitud)

$$\tau_{\alpha\delta\mu} = 0,005 \quad \text{T/cm}^2$$

$$T1 \text{ perno} = 5,43 \quad \text{T}$$

$$\text{Ø perno} = 3,60 \quad \text{cm}$$

$$\text{longitud} \quad l = \frac{T1 \text{ perno}}{\pi * \delta * \tau_{\alpha\delta\mu}} = 95,98 \quad \text{cm}$$

$$\text{adopto} \quad l = 105,00 \quad \text{cm}$$

8.1. CALCULO DE MOMENTO

$$\sigma_{\alpha\delta\mu} = 1,40 \quad \text{T/cm}^2$$

$$\text{Posición del viento} \quad 142,34 \quad \text{kg/m}^2$$

$$x = 1,00 \quad \text{m}$$

$$l = 3,33 \quad \text{m}$$

$$P1 = 217,39 \quad \text{kg}$$

$$P2 = 474,79 \quad \text{kg}$$

$$P3 = 318,11 \quad \text{kg}$$

$$\text{Posición del viento} \quad -178,88 \quad \text{kg/m}^2$$

$$x = 1,59 \quad \text{m}$$

$$l = 3,33 \quad \text{m}$$

$$P1 = -284,52 \quad \text{kg}$$

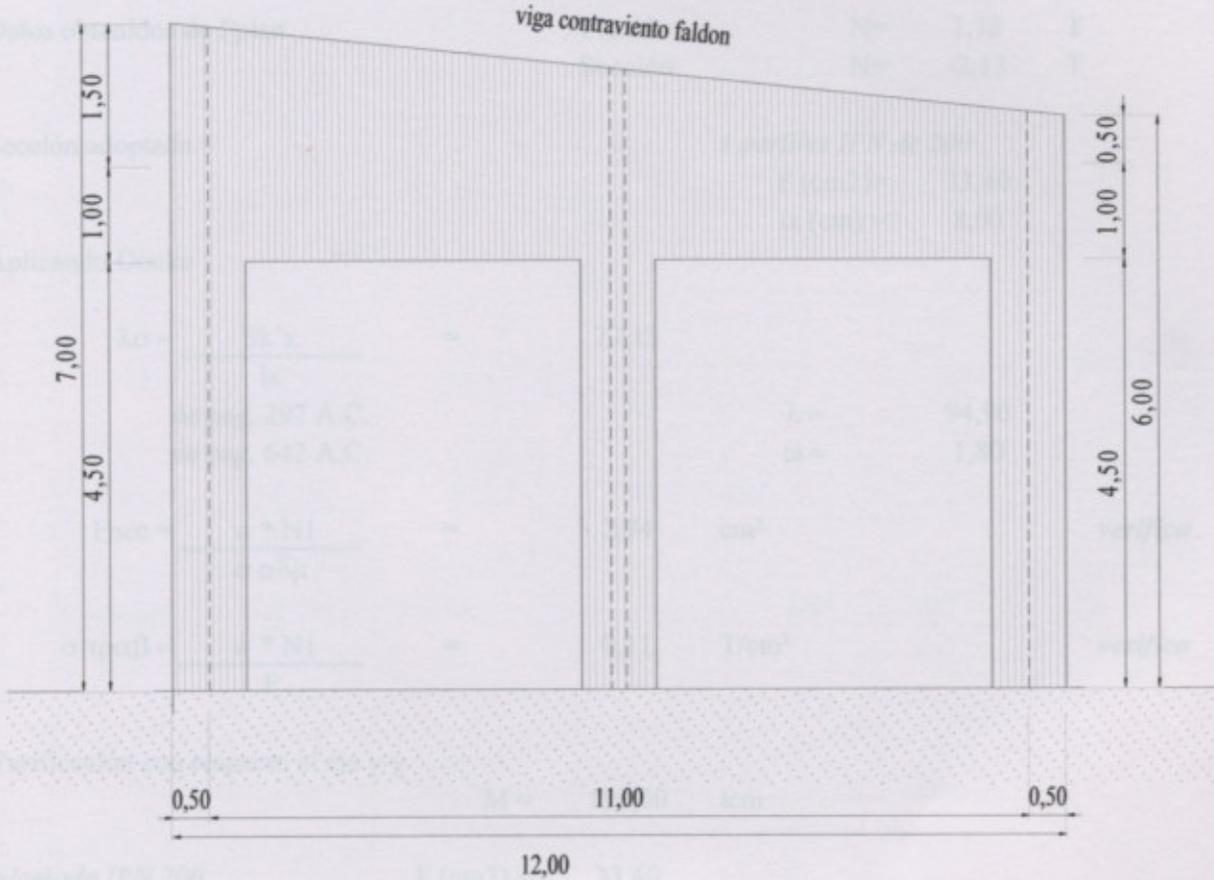
$$P2 = -649,05 \quad \text{kg}$$

$$P3 = -181,26 \quad \text{kg}$$

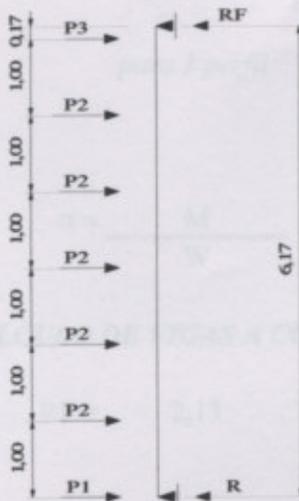


9. ESTRUCTURA FRONTAL

Esquema de frente



9.1. CALCULO DE MONTANTE



$$\sigma \alpha \delta \mu = 1,40 \quad \text{T/cm}^2$$

Presión del viento	142,58	Kg/m ²
s =	1,00	m
l =	3,33	m
P1 =	237,39	Kg
P2 =	474,79	Kg
P3 =	318,11	Kg

Succión del viento	-170,88	Kg/m ²
s =	1,00	m
l =	3,33	m
P1 =	-284,52	Kg
P2 =	-569,05	Kg
P3 =	-381,26	Kg



ENTRADA DE DATOS A P-PLAN

VER HOJAS ANEXADAS

SALIDA DE DATOS DE P-PLAN

VER HOJAS ANEXADAS

Datos obtenidos de Pplan	Presión	N=	1,78	T
	Succión	N=	-2,13	T

Sección adoptada	1 perfiles IPN de 200			
	F (cm ²)=		33,40	
	ix (cm) =		8,00	

Aplicando Donke

$$\lambda_0 = \frac{Sk'x}{ix} = 77,13$$

de pag. 297 A.C.

$$\lambda = 94,90$$

de pag. 642 A.C.

$$\omega = 1,80$$

$$F_{nec} = \frac{w * N1}{\sigma \alpha \delta \mu} = 2,74 \text{ cm}^2 \quad \text{verifica}$$

$$\sigma_{\tau\alpha\beta} = \frac{w * N1}{F} = 0,11 \text{ T/cm}^2 \quad \text{verifica}$$

Verificación con respecto al eje y-y

$$M = 190,00 \text{ tcm}$$

adoptado IPN 200

$$F \text{ (cm}^2\text{)} = 33,40$$

$$I_y \text{ (cm}^4\text{)} = 117,00$$

$$b \text{ (cm)} = 9,00$$

$$y \text{ (cm)} = 25,00$$

para 1 perfil

$$I_{yy} = I_j + A * y^2 = 20992,00 \text{ cm}^4$$

$$W_{yy} = \frac{2 * I_{yy}}{y + b/2} = 1423,19 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = 0,13 \text{ T/cm}^2 \quad \text{verifica}$$

9.2. CALCULO DE VIGAS A CONTRAVIENTO

$$\sigma \alpha \delta \mu = 1,60 \text{ T/cm}^2$$

RF = 2,13 T Peor condición, viento a succión



CALCULO DE BASES CENTRADAS

DATOS

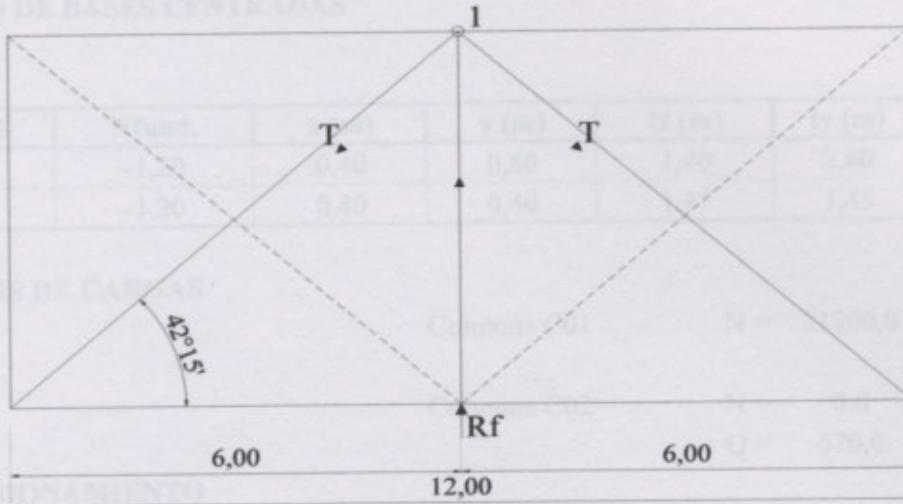
N° BASE	Coord. X	Coord. Y	X (m)	Y (m)	h
01	-1,20	0,40	0,40	1,40	0,20
02	-1,20	0,40	0,40	1,40	0,40

ANÁLISIS DE CARGAS

BASE 001

BASE 002

3. DIMENSIONAMIENTO



$$T = \frac{Rf}{\text{sen } a} = \frac{2,13}{0,67} = 3,18 \text{ T}$$

$$F_{\text{nc}} = \frac{T}{\sigma \alpha \delta \mu} = 1,99 \text{ cm}^2$$

adopto $\emptyset = 16 \text{ cm}^2$ **2,01 cm²**

2.1.1. Altura de la losa

dirección x	$d_x = (l_x - x) / 4$	$d_x =$	0,25 m
dirección y <td>$d_y = (l_y - y) / 4$</td> <td>$d_y =$</td> <td>0,50 m</td>	$d_y = (l_y - y) / 4$	$d_y =$	0,50 m
		$d_y =$	0,50 m
		$d_y =$	0,25 m
		$d_y =$	0,33 m
		$d_y =$	0,20 m

2.1.2. Verificación de altura de losa

longitud voladizo corto =	0,50 m	$h < 1,5 \text{ m}$	verifica
altura de cálculo =	0,55 m		
longitud voladizo corto =	0,50 m	ángulo < 45°	
desarrollo del trazo =	0,40 m	ángulo = 26,6°	verifica

2.1.3. Dimensionamiento de la losa

$$M_x = \frac{N (l_x - x)^2}{2 \times 8} = 1917,50 \text{ kgm}$$



CALCULO DE BASES CENTRADAS

1.DATOS

Nº BASE	Nfund.	x (m)	y (m)	lx (m)	ly (m)	d
01	-1,20	0,40	0,80	1,40	2,80	0,20
02	-1,20	0,40	0,40	1,45	1,45	0,40

2.ANÁLISIS DE CARGAS

BASE B01

Columna C01 N = 21700,0 kg

BASE B02

Columna C02 N = 0,0 kg
Q = 570,0 kg

3.DIMENSIONAMIENTO

Tensión de suelo $\tau\tau = 0,90 \text{ kg/cm}^2$
 Acero tipo III $\beta\sigma = 42000000 \text{ kg/m}^2$
 Hormigón H-17 $\beta\rho = 1400000 \text{ kg/m}^2$
 $\alpha\varepsilon = 1,3$
 $T011 = 45000 \text{ kg/m}^2$

3.1.BASE B01

$N_{dim} = 1,2 * N = 26040,00 \text{ kg}$
 $\text{Área nec.} = \frac{N_{dim}}{\tau\tau} = 28933,33333 \text{ cm}^2$
 $\alpha = y / x = 2,00$
 $l_x = \sqrt{\text{Área nec.} / \alpha} / 2 = 120,28 \text{ cm}$
 $l_y = \alpha * l_x = 240,55 \text{ cm}$

verifica

3.1.1.Altura de la losa

dirección x $do = (l_x - x) / 4$ $do = 0,25 \text{ m}$
 dirección y $do = (l_y - y) / 4$ $do = 0,50 \text{ m}$
 Adopto $do = 0,60 \text{ m}$
 $hx = 0,55 \text{ m}$
 $hy = 0,53 \text{ m}$
 $d = 0,20 \text{ m}$

3.1.2.Verificaciones de altura de losa

longitud voladizo corto = 0,50 m $h < 1,5 l_v$ *verifica*
 altura de calculo = 0,55 m
 longitud voladizo corto = 0,50 m ángulo < 45
 desnivel del faldón = 0,40 m ángulo = 36,03 *verifica*

3.1.3.Dimensionamiento a flexión

$M_x = \frac{N (l_x - x)^2}{l_x \cdot 8} = 1937,50 \text{ kgm}$



$$m_s = \frac{M}{b \cdot h_x^2 \cdot b_r} = 0,006 \quad W_m = 0,011$$

$$A_{sx} = \frac{W_m \cdot b \cdot h_x}{\beta\sigma/\beta\rho} = 1,61 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,92 cm²/m

$$M_y = \frac{N (l_y - y)^2}{l_y \cdot 8} = 3875,00 \text{ kgm}$$

$$m_s = \frac{M}{b \cdot h_y^2 \cdot b_r} = 0,025 \quad W_m = 0,051$$

$$A_{sx} = \frac{W_m \cdot b \cdot h_y}{\beta\sigma/\beta\rho} = 3,60 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 15 cm 5,53 cm²/m

3.1.4. Verificación al punzonado

$$\begin{aligned} h_m &= (h_x + h_y) / 2 = 0,54 \text{ m} \\ c &= 1,13(x \cdot y)^{1/2} = 0,64 \text{ m} \\ d_r &= c + h_m = 1,18 \text{ m} \\ d_k &= c + 2 h_m = 1,72 \text{ m} \\ p &= N / (l_x \cdot l_y) = 5535,71 \text{ kg/m}^2 \\ U &= 3,14 \cdot d_r = 3,70 \text{ m} \\ Q_r &= (p \cdot 3,14 \cdot d_k^2 / 4) = 8855,76 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h'_x &= 0,24 \text{ m} & h'_m &= 0,36 \text{ m} \\ h'_y &= 0,47 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T_r = Q_r / (U \cdot h'_m) = 6713,76 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \mu_\xi &= 0,1100 \% & \mu &= 0,1326 \% \\ \mu_\psi &= 0,1552 \% \end{aligned}$$

$$\gamma_l = 1,3 \cdot a_e \cdot m^{1/2} = 0,62$$

$$\begin{aligned} T_r &< \gamma_l \cdot T_{011} \\ 6713,76 &< 27697,03 \end{aligned} \quad \text{verifica, no necesito armadura de corte}$$

3.1.5. Dimensionamiento armadura de tronco

$$\begin{aligned} A_b \text{ adop.} &= 40,00 \quad x \quad 80,00 \text{ cm} \\ A_b \text{ adop.} &= 3200 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Armadura:



$$\begin{aligned} \text{Ast min} &= ,008 * \text{Ab adop.} = 25,6 \text{ cm}^2 \\ \text{Ast} &= \iota\sigma\tau * A\beta \alpha\delta\sigma\pi. = 32,00 \text{ cm}^2 \quad \text{verifica} \end{aligned}$$

Adopto: 14 \emptyset 16 28,14 cm²

Estribos:

$$\begin{aligned} \text{separación} &< d \text{ min} = 40,00 \text{ cm} \\ &< 12 * \emptyset = 19,20 \text{ cm} \end{aligned}$$

Adopto: 1 \emptyset 8 cada 20 cm

3.2.BASE B02

$$\begin{aligned} N &= 0 \text{ kg} \\ H &= 2130,0 \text{ kg} \\ M &= 0 \text{ kgm} \\ P &= 5627,4 \text{ kg} \\ \text{Peso esp. hormigón} &= 2600 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Peso esp. suelo} &= 2000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dirección x} & \quad d_o = (l_x - x) / 4 \quad d_o = 0,26 \text{ m} \\ \text{dirección y} & \quad d_o = (l_y - y) / 4 \quad d_o = 0,26 \text{ m} \\ & \quad \text{Adopto} \quad d_o = 0,40 \text{ m} \\ & \quad \quad \quad h_x = 0,35 \text{ m} \\ & \quad \quad \quad h_y = 0,33 \text{ m} \\ & \quad \quad \quad d = 0,40 \text{ m} \end{aligned}$$

3.2.1.Verificación al vuelco

$$\begin{aligned} (N+P) * a / 2 &> 1,50 (M+H Lh) \\ 4079,87 &> 3834,00 \quad \text{verifica} \end{aligned}$$

3.2.2.Verificación al deslizamiento

$$\begin{aligned} \phi \delta &= 2/3 j = 10 \\ (N+P) \text{ tg } j d &> 1,50 H \\ 3648,59 &> 3195,00 \quad \text{verifica} \end{aligned}$$

3.2.3.Calculo de tensiones en el terreno

$$\begin{aligned} e = (M+H Lh) / (N+P) &> a / 6 \quad \text{insertar dibujo} \\ 0,45 &> 0,24 \\ e &= 0,45 \text{ m} \end{aligned}$$

CARGA FUERA DE NUCLEO CENTRAL

$$\begin{aligned} & \quad \quad \quad q_1 \quad \quad \quad q_2 \\ & \quad \quad \quad \quad \quad \quad 0,36 \\ t_c &< t_{adm} \quad \quad \quad x \text{ (m)} = 0,40 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} (N+P) \cdot (1+3e/a) / (l_x \cdot l_y) &< 4/3 \text{ tadm} && y \text{ (m)} = 0,40 \\ 0,52 &< 0,90 && dx \text{ (m)} = 0,53 \\ t_c = 0,52 &\text{ kg/cm}^2 && \text{verifica } dy \text{ (m)} = 0,53 \end{aligned}$$

$$q_1 = \frac{(N+P) \cdot (1+6e/l_x)}{l_x \cdot l_y} \quad q_1 = 0,77 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_2 = \frac{(N+P) \cdot (1-6e/l_x)}{l_x \cdot l_y} \quad q_2 = -0,24 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{(en A) } q' = ((dx+x) \cdot (q_1 - q_2) / l_x) + q_2 \quad q' = 0,41 \text{ kg/cm}^2$$

3.2.4. Dimensionamiento a flexión

Tomando momento respecto a filo de tronco

$$\begin{aligned} M_x &= (q' \cdot l_y \cdot dx^2 / 2) + (q_1 - q') \cdot dx^2 / 3 \cdot l_y \\ M_x &= 1297,43 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$m_s = \frac{M}{b \cdot h_x^2 \cdot b_r} = 0,019 \quad W_m = 0,035$$

$$A_{sx} = \frac{W_m \cdot b \cdot h_x}{\beta\sigma / \beta\rho} = 1,63 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,92 cm²/m

$$\begin{aligned} M_y &= (q_1 + q_2) \cdot l_x \cdot dy^2 / 4 \\ M_y &= 534,85 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$m_s = \frac{M}{b \cdot h_y^2 \cdot b_r} = 0,009 \quad W_m = 0,016$$

$$A_{sy} = \frac{W_m \cdot b \cdot h_y}{\beta\sigma / \beta\rho} = 0,70 \text{ cm}^2$$

Adopto: 1 Ø 10 cada 20 cm 3,92 cm²/m

3.2.5. Verificación al punzonado

$$\begin{aligned} h_m &= (h_x + h_y) / 2 = 0,34 \text{ m} \\ c &= 1,13(x \cdot y)^{1/2} = 0,45 \text{ m} \\ d_r &= c + h_m = 0,79 \text{ m} \\ d_k &= c + 2 h_m = 1,13 \text{ m} \\ p &= N / (l_x \cdot l_y) = 0,00 \text{ kg/m}^2 \\ U &= 3,14 \cdot d_r = 2,49 \text{ m} \\ Q_r &= (p \cdot 3,14 \cdot d_k^2 / 4) = 0,00 \text{ kg} \end{aligned}$$



$$h'x = 0,35 \text{ m} \qquad h'm = 0,35 \text{ m}$$

$$h'y = 0,35 \text{ m}$$

$$Tr = Qr / (U * h'm) = 0,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\mu\xi = 0,1120 \%$$

$$\mu\psi = 0,1120 \%$$

$$\mu = 0,1120 \%$$

$$\gamma l = 1,3 * ae * m^{1/2} = 0,57$$

$$Tr < \gamma l * T011$$

$$0,00 < 25451,20 \quad \text{verifica, no necesita armadura de corte}$$

3.2.6. Dimensionamiento armadura de tronco

$$Ab \text{ adop.} = 40,00 \text{ x } 40,00 \text{ cm}$$

$$Ab \text{ adop.} = 1600 \text{ cm}^2$$

Armadura:

$$Ast \text{ min} = ,008 * Ab \text{ adop.} = 12,8 \text{ cm}^2$$

$$Ast = \iota o \tau * A\beta \alpha \delta o \pi . = 16,00 \text{ cm}^2 \quad \text{verifica}$$

Adopto: 8 \emptyset 16 16,08 cm²

Estribos:

$$\text{separación} < d \text{ min} = 40,00 \text{ cm}$$

$$< 12 * \emptyset = 19,20 \text{ cm}$$

Adopto: 1 \emptyset 6 cada 20 cm



1	1	3	0.000000	0.000000	30.769711	-0.000000	0.000000	30.819711
2	2	3	0.000000	0.000000	-8.470256	-0.000000	0.000000	-8.470256
3	2	4	-0.000000	0.000000	-21.76984	-0.000000	0.000000	-21.66984
4	3	4	-0.000000	0.000000	7.4619217	-0.000000	0.000000	7.4619217
5	3	5	-0.000000	-0.000000	19.650359	-0.000000	-0.000000	19.750359
6	4	5	-0.000000	-0.000000	-7.461921	-0.000000	-0.000000	-7.461921
7	4	6	-0.000000	-0.000000	-11.11709	-0.000000	-0.000000	-11.01709
8	5	6	0.000000	0.000000	6.4535874	-0.000000	0.000000	6.4535874
9	5	7	-0.000000	-0.000000	10.007009	0.000000	-0.000000	10.107009
10	6	7	-0.000000	-0.000000	-6.453587	-0.000000	-0.000000	-6.453587
11	6	8	-0.000000	-0.000000	-1.890342	0.000000	-0.000000	-1.790342
12	7	8	0.000000	0.000000	5.4452532	-0.000000	0.000000	5.4452532
13	7	9	-0.000000	-0.000000	1.7896580	0.000000	-0.000000	1.8896580
14	8	9	0.000000	-0.000000	-5.445253	0.000000	-0.000000	-5.445253
15	8	10	-0.000000	-0.000000	5.9104080	0.000000	-0.000000	6.0104080
15	8	10	-0.000000	-0.000000	5.9104080	0.000000	-0.000000	6.0104080
16	9	10	0.000000	0.000000	4.4369189	-0.000000	0.000000	4.4369189
17	9	11	0.000000	-0.000000	-5.001692	0.000000	-0.000000	-4.901692
18	10	11	0.000000	-0.000000	-4.436918	0.000000	-0.000000	-4.436918
19	10	12	0.000000	-0.000000	12.285158	0.000000	-0.000000	12.385158
20	11	12	0.000000	0.000000	3.4285846	0.000000	0.000000	3.4285846
21	11	13	0.000000	-0.000000	-10.36704	0.000000	-0.000000	-10.26704
22	12	13	0.000000	-0.000000	-3.428584	0.000000	-0.000000	-3.428584
23	12	14	0.000000	0.000000	17.233909	0.000000	0.000000	17.333909
24	13	14	0.000000	0.000000	2.4202504	-0.000000	0.000000	2.4202504
25	13	16	0.000000	-0.000000	-14.30639	0.000000	-0.000000	-14.20639
26	14	16	0.000000	-0.000000	-2.420249	0.000000	-0.000000	-2.420249
27	14	15	-0.000000	-0.000000	20.756660	0.000001	-0.000000	20.802460
28	15	16	-0.000000	-0.000000	1.1805185	0.000000	-0.000000	1.1805185
29	16	17	0.000000	0.000000	-15.73495	-0.000000	0.000000	-15.73495
30	15	17	-0.000000	-0.000000	23.688743	0.000000	-0.000000	23.688743
31	17	18	-0.000000	-0.000000	-16.29610	0.000000	-0.000000	-16.29610
32	15	18	0.000000	0.000000	6.4048643	-0.000000	0.000000	6.4048643
33	15	19	0.000000	0.000000	12.563456	-0.000000	0.000000	12.563456
34	18	19	0.000000	-0.000000	-5.749472	0.000000	-0.000000	-5.749472
35	18	20	0.000000	0.000000	-7.649785	-0.000000	0.000000	-7.649785
36	19	20	-0.000000	-0.000000	5.4276491	0.000000	-0.000000	5.4276491
37	19	21	0.000000	0.000000	4.6394882	-0.000000	0.000000	4.6394882
38	20	21	0.000000	0.000000	-4.687788	0.000000	0.000000	-4.687788
39	20	22	0.000000	0.000000	-0.448172	-0.000000	0.000000	-0.448172
40	21	22	-0.000000	-0.000000	4.4504336	0.000000	-0.000000	4.4504336
41	21	23	0.000000	0.000000	-1.839769	-0.000000	0.000000	-1.839769
42	22	23	-0.000000	-0.000000	-3.626103	-0.000000	-0.000000	-3.626103
43	22	24	0.000000	0.000000	5.3087295	-0.000000	0.000000	5.3087295
44	23	24	-0.000000	-0.000000	3.4732182	-0.000000	-0.000000	3.4732182
45	23	25	-0.000000	0.000000	-6.874316	-0.000000	0.000000	-6.874316
46	24	25	-0.000000	-0.000000	-2.564419	-0.000000	-0.000000	-2.564419
47	24	26	-0.000000	0.000000	9.6209207	-0.000000	0.000000	9.6209207
48	25	26	-0.000000	-0.000000	2.4960027	-0.000000	-0.000000	2.4960027
49	25	27	-0.000000	0.000000	-10.46415	-0.000000	0.000000	-10.46415
50	26	27	-0.000000	-0.000000	-1.502735	-0.000000	-0.000000	-1.502735
51	26	28	-0.000000	0.000000	12.488401	-0.000000	0.000000	12.488401
52	27	28	-0.000000	-0.000000	1.5187873	-0.000000	-0.000000	1.5187873
53	27	29	-0.000000	0.000000	-12.60927	-0.000000	0.000000	-12.60927
54	28	29	-0.000000	-0.000000	-0.441051	-0.000000	-0.000000	-0.441051
54	28	29	-0.000000	-0.000000	-0.441051	-0.000000	-0.000000	-0.441051
55	28	30	-0.000000	0.000000	13.911170	-0.000000	0.000000	13.911170
56	29	30	-0.000000	-0.000000	0.5415718	-0.000000	-0.000000	0.5415718
57	29	31	-0.000000	-0.000000	-13.30969	-0.000000	-0.000000	-13.30969
58	30	31	-0.000000	0.000000	0.6206332	-0.000000	0.000000	0.6206332
59	30	32	-0.000000	-0.000000	13.889228	-0.000000	-0.000000	13.889228
60	31	32	-0.000000	0.000000	-0.435643	-0.000000	0.000000	-0.435643
61	31	33	-0.000000	-0.000000	-12.56539	-0.000000	-0.000000	-12.56539
62	32	33	-0.000000	0.000000	1.6823175	-0.000000	0.000000	1.6823175



63	32	34	-0.000000	-0.000000	12.422576	-0.000000	-0.000000	12.422576
64	33	34	-0.000000	0.000000	-1.412859	-0.000000	0.000000	-1.412859
65	33	35	-0.000000	-0.000000	-10.37638	-0.000000	-0.000000	-10.37638
66	34	35	-0.000000	0.000000	2.744018	-0.000000	0.000000	2.744018
67	34	36	-0.000000	-0.000000	9.5112124	-0.000000	-0.000000	9.5112124
68	35	36	-0.000000	0.000000	-2.390074	-0.000000	0.000000	-2.390074
69	35	37	-0.000000	-0.000000	-6.742666	-0.000000	-0.000000	-6.742666
70	36	37	-0.000000	0.000000	3.8056861	-0.000000	0.000000	3.8056861
71	36	38	-0.000000	-0.000000	5.1551378	0.000000	-0.000000	5.1551378
72	37	38	0.000000	0.000000	-3.367289	-0.000000	0.000000	-3.367289
73	37	39	-0.000000	-0.000000	-1.664236	0.000000	-0.000000	-1.664236
74	38	39	-0.000000	-0.000000	4.8711776	0.000000	-0.000000	4.8711776
75	38	40	-0.000000	-0.000000	-0.648456	0.000000	-0.000000	-0.648456
76	39	40	0.000000	0.000000	1.1628047	-0.000000	0.000000	1.1628047
77	40	41	-0.000000	-0.000000	-0.510218	0.000000	-0.000000	-0.510218
78	39	41	0.000000	0.000000	0.7875458	0.000000	0.000000	0.7875458
79	41	42	0.000000	0.000000	-0.202763	0.000000	0.000000	-0.202763
80	41	43	0.000000	0.000000	-0.430249	0.000000	0.000000	-0.430249
81	39	42	0.000000	0.000000	4.1547340	-0.000000	0.000000	4.1002340
82	42	43	-0.000000	-0.000000	0.2027636	0.000000	-0.000000	0.2027636
83	43	45	0.000000	-0.000000	-1.194498	0.000000	-0.000000	-1.294498
84	43	44	0.000000	0.000000	1.0063889	-0.000000	0.000000	1.0063889
85	42	44	-0.000000	-0.000000	3.8134830	0.000000	-0.000000	3.7134830
86	44	46	0.000000	-0.000000	5.1367318	0.000000	-0.000000	5.0367318
87	44	45	0.000000	-0.000000	-1.006388	0.000000	-0.000000	-1.006388
88	45	46	0.000000	0.000000	2.2155415	-0.000000	0.000000	2.2155415
89	45	47	0.000000	-0.000000	-3.668746	0.000000	-0.000000	-3.768746
90	46	47	0.000000	-0.000000	-2.215541	0.000000	-0.000000	-2.215541
91	46	48	0.000000	-0.000000	8.1699807	0.000000	-0.000000	8.0699807
92	47	48	0.000000	0.000000	3.4246941	0.000000	0.000000	3.4246941
93	47	49	0.000000	-0.000000	-7.852995	0.000000	-0.000000	-7.952995
94	48	49	0.000000	0.000000	-3.424694	0.000000	0.000000	-3.424694
95	48	50	0.000000	-0.000000	12.913229	0.000000	-0.000000	12.813229
96	49	50	0.000000	0.000000	4.6338466	0.000000	0.000000	4.6338466
97	49	51	0.000000	-0.000000	-13.74724	0.000000	-0.000000	-13.84724
98	50	51	0.000000	-0.000000	-4.633846	0.000000	-0.000000	-4.633846
99	50	53	0.000000	0.000000	19.366478	0.000000	0.000000	19.266478
100	51	53	0.000000	0.000000	5.8429994	-0.000000	0.000000	5.8429994
101	51	52	0.000000	0.000000	-21.35149	0.000000	0.000000	-21.40149

VALOR			
RANK	No.	REACC - X	REACC - Y
	1	-0.356999	-30.69831
	2	-5.989375	27.759220
	52	-0.426999	21.472893
	53	-4.131624	-23.39810



DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Proyecto : C:PR2
PRESION VIENTO CALCULO PARANTE INTERIOR
Hipotesis No. : 1
Unidades : TON M GRAD

[Nodo]	Coord X	Coord Y	Desp X	Desp Y	Rotacion
1	0.000	0.000	0.000000	0.000000	121.46447
2	0.000	6.830	0.000000	0.000000	-122.1586

[No.]	Ni	Nf	Mi	Qi	Ni	Mj	Qj	Nj
1	1	2	0.0000000	1.6266852	0.0000000	0.0000000	-1.778314	0.0000000

[No.]	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	1.6266852	0.0000000	0.0000000
2	1.7783147	0.0000000	0.0000000

BARRA : 1 Long Original : 6.830 Long Deformada : 6.830

x	0.0000	0.6830	1.3660	2.0490	2.7320	3.4150	4.0980	4.7810	5.4640	6.1470	6.8300
M	0.0000	-0.965	-1.687	-2.214	-2.602	-2.588	-2.466	-2.118	-1.542	-0.772	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	1.6266	1.3896	0.9146	0.4396	0.4396	-0.035	-0.510	-0.510	-0.985	-1.460	-1.778
@	113.50	107.11	89.342	63.404	32.479	-1.312	-34.78	-64.76	-89.12	-104.6	-108.5
y	0.0000	1.3268	2.5065	3.4237	3.9990	4.1854	3.9690	3.3713	2.4465	1.2820	0.0000
f	0.0000	1.3268	2.5065	3.4237	3.9990	4.1854	3.9690	3.3713	2.4465	1.2820	0.0000

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 1

	M+	M-	Q+	Q-	N+	N-	@	f
VALOR	0.0000	-2.602	1.6266	-1.778	0.0000	0.0000	113.50	4.1854
BARRA	1	1	1	1	1	1	1	1



DET.01 / esc. 1:20

DEFORMACIONES Y SOLICITACIONES Proyecto : C:PR3
SUCCION VIENTO CALCULO MONTANTE

Hipotesis No. : 1

Unidades : TON M GRAD

[Nodo]	Coord X	Coord Y	Desp X	Desp Y	Rotacion
1	0.000	0.000	0.000000	0.000000	-145.5096
2	0.000	6.830	0.000000	0.000000	146.33760

[No.]	Ni	Nf	Mi	Qi	Ni	Mj	Qj	Nj
1	1	2	0.0000000	-1.949670	0.0000000	0.0000000	2.1303294	0.0000000

[No.]	REACC - X	REACC - Y	REACC - M
1	-1.949670	0.0000000	0.0000000
2	-2.130329	0.0000000	0.0000000

BARRA : 1 Long Original : 6.830 Long Deformada : 6.830

x	0.0000	0.6830	1.3660	2.0490	2.7320	3.4150	4.0980	4.7810	5.4640	6.1470	6.8300
M	0.0000	1.1564	2.0213	2.6531	3.1178	3.1005	2.9550	2.5374	1.8479	0.9251	0.0000
N	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Q	-1.949	-1.664	-1.095	-0.526	-0.0423	0.6113	0.6113	1.1803	1.7493	2.1303	
@	-135.9	-128.3	-107.0	-75.95	-38.90	1.5726	41.673	77.584	106.76	125.40	130.04
y	0.0000	-1.589	-3.002	-4.101	-4.790	-5.013	-4.754	-4.038	-2.930	-1.535	0.0000
f	0.0000	-1.589	-3.002	-4.101	-4.790	-5.013	-4.754	-4.038	-2.930	-1.535	0.0000

VALORES CARACTERISTICOS MAXIMOS Y MINIMOS PARA BARRAS 1 A 1

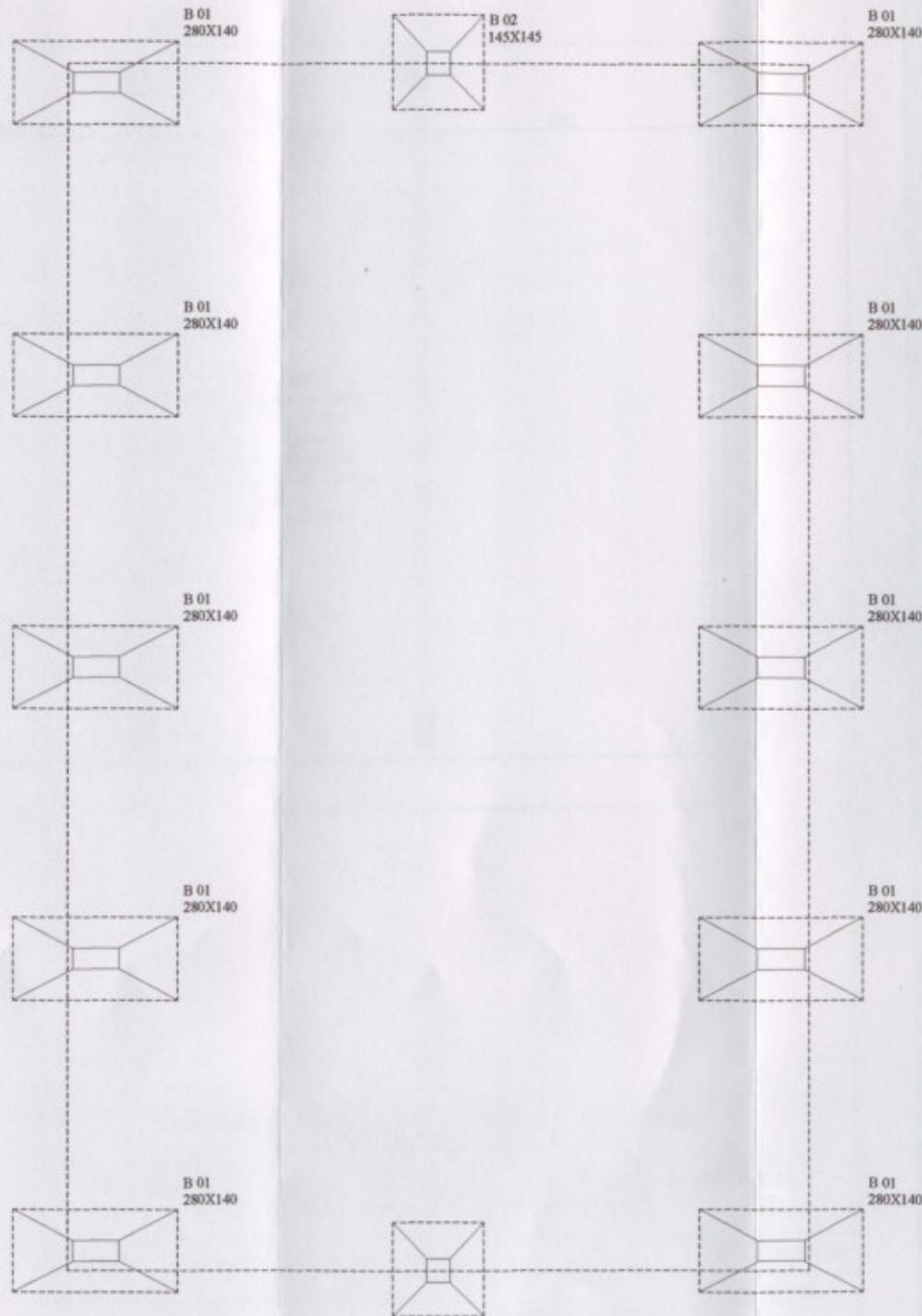
	M+	M-	Q+	Q-	N+	N-	@	f
VALOR	3.1178	0.0000	2.1303	-1.949	0.0000	0.0000	135.97	5.0136
BARRA	1	1	1	1	1	1	1	1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

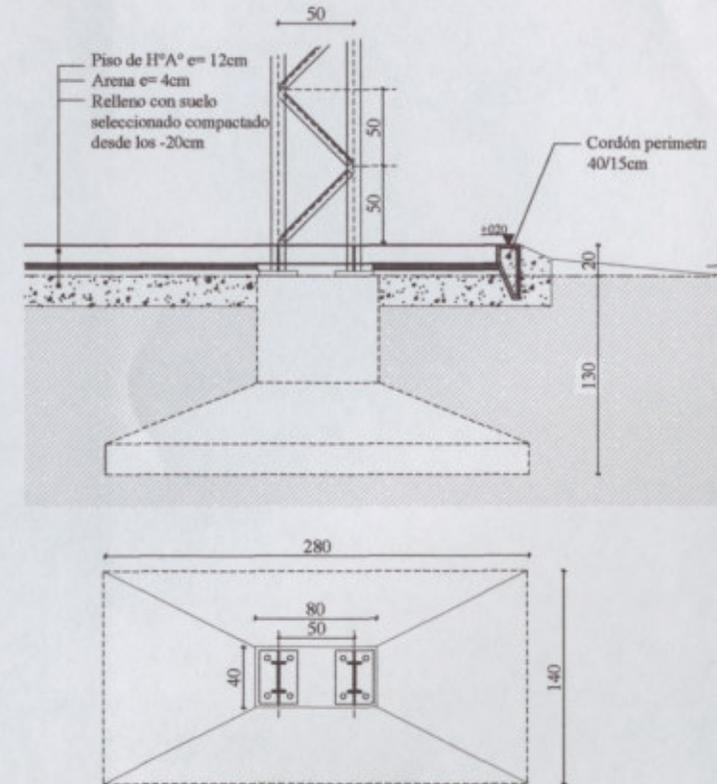
PROYECTO INTEGRADOR " AMPLIACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE "

ALUMNO	GÓMEZ ROCCHI CAROLINA B.	FECHA: 30/09
D. TÉCNICO	ING. CARLOS ALBERTO	ESC. 1:100
PLANO	BASES NAVE	E.01

PLANTA BASES

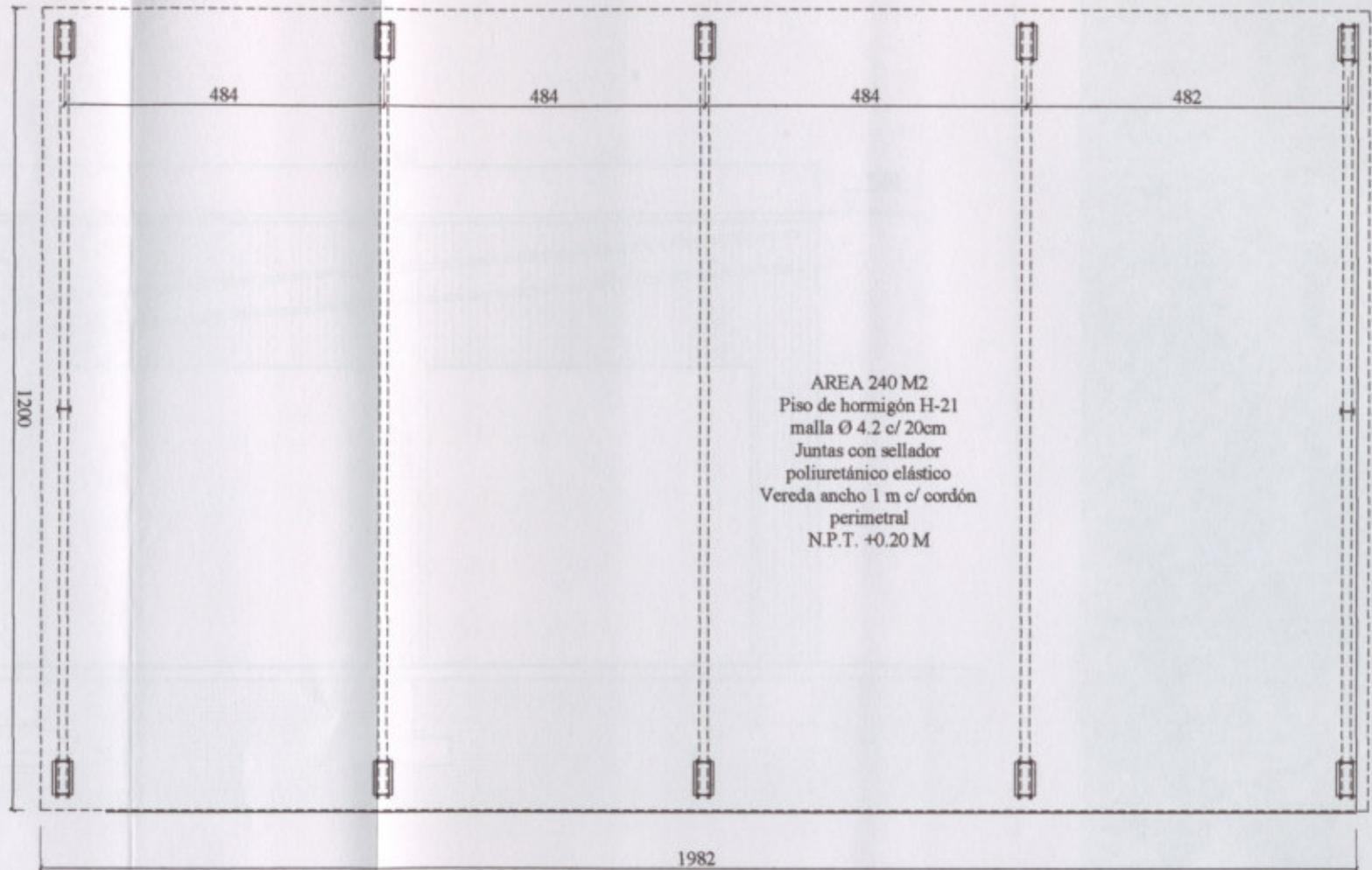


DET.01 / esc. 1:20



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO		
PROYECTO INTEGRADOR " AMPLIACION DEL SISTEMMA DE EXTRACCION, PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."		
ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC.1:100
PLANO	BASES NAVE	E 01

PLANTA GRAL

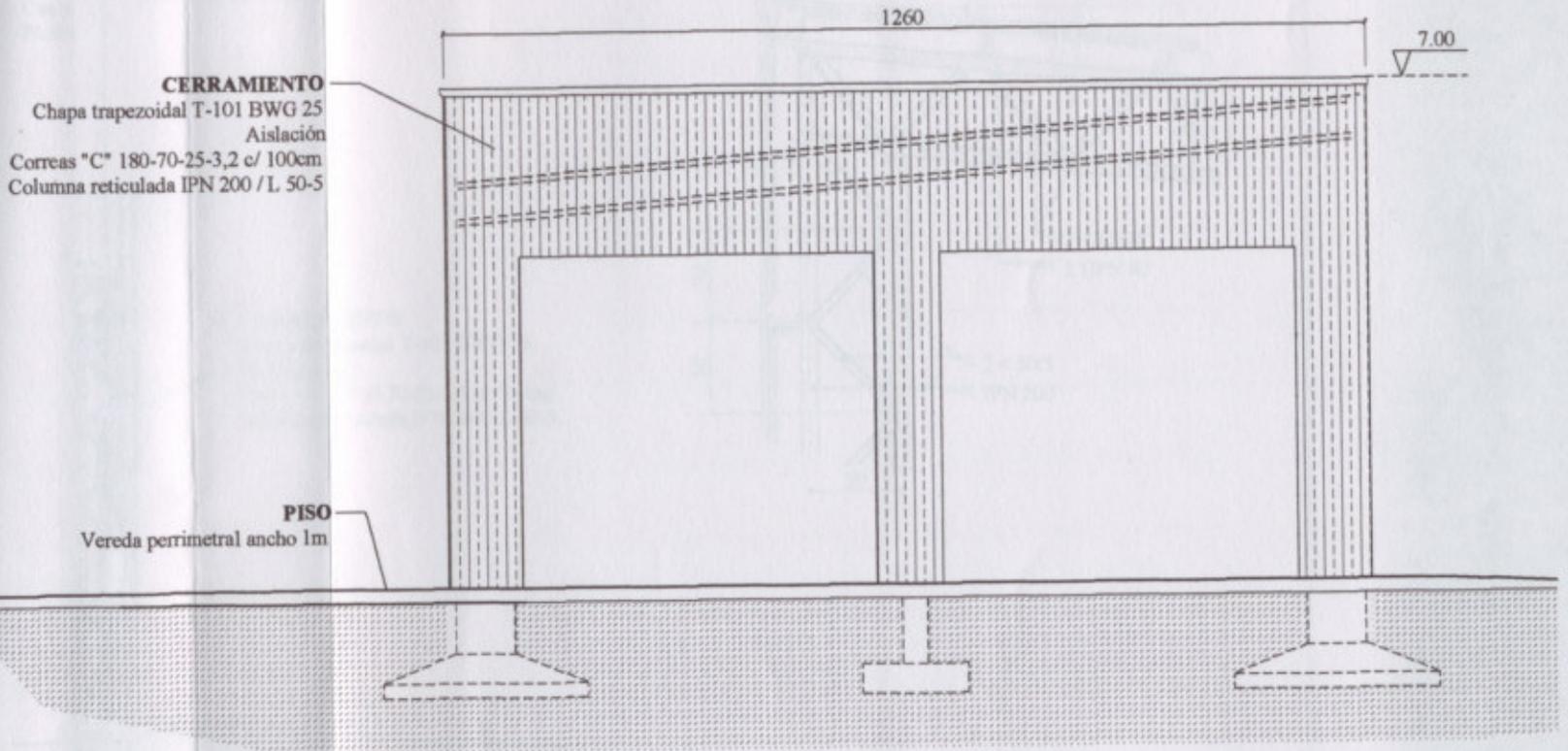


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR " AMPLIACION DEL SISTMEMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC.1:100
PLANO	PLANTA NAVE	A 01

FACHADA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR "AMPLIACION DEL SISTEMEMA DE EXTRACCION,
 PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC.1:100
PLANO	FACHADA	AR 02

CORTE

DET.01 / esc. 1:20

CUBIERTA
 Chapa trapezoidal T-101 BWG 25
 Aislación
 Correas "C" 180-70-25-2 c/ 100cm
 Pórtico reticulado UPN 80 / L 65-8

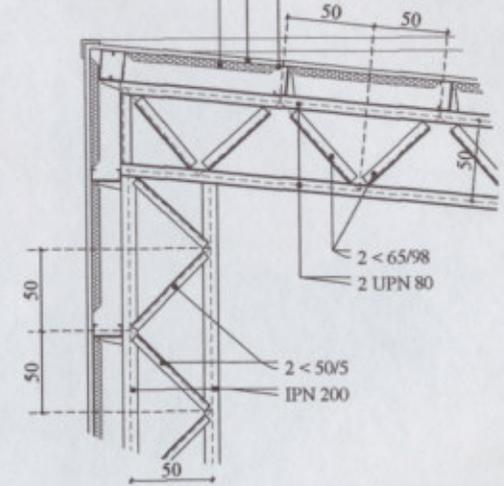
7.00

730

Canaleta de desagüe
 Caño de bajada Ø110

CERRAMIENTO
 Chapa trapezoidal T-101 BWG 25
 Aislación
 Correas "C" 180-70-25-2,5 c/ 100cm
 Columna reticulada IPN 200 / L 50-5

Correas "C" 180-70-25-2
 Chapa trapezoidal
 Aislación lana de vidrio 2"
 c/ foil de aluminio blanco

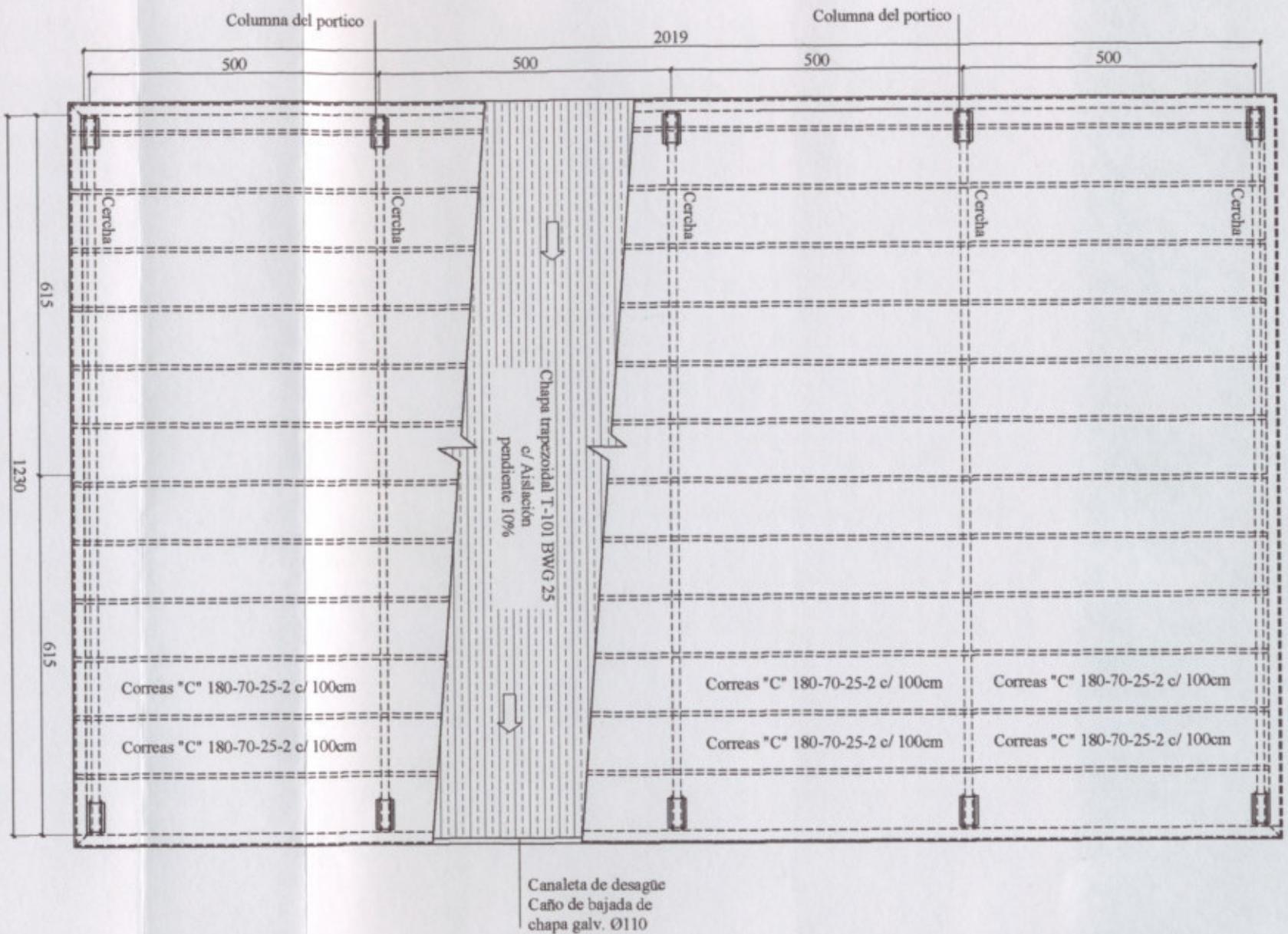


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR "AMPLIACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION,
 PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC. 1:100
PLANO	CORTE	AR 03

ESTRUCTURA METALICA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR "AMPLIACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION,
PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE."

ALUMNO	GOMEZ ROCCI, CAROLINA B.	FECHA: 10-09
D. TECNICO	ING. CARLOS ALBERDI	ESC.1:100
PLANO	ESTRUCTURA NAVE	E 02

OBRA: AMPLIACION PLANTA POTABILIZADORA AGUA POTABLE
 UBICACION: CALLE LAPRIDA Y 28 - VENADO TUERTO
 FECHA: NOVIEMBRE 2009

COMPUTO Y PRESUPUESTO

ITEM	U	Cant.	P.U.	Costo	%	M. de Obra	Equipos	Materiales	Subcont.
1 TRABAJOS PRELIMINARES									
1.1	GL	1,00	\$2.500,00	\$2.500,00	62,50%	\$600,00	-	-	\$1.700,00
1.2	GL	1,00	\$1.500,00	\$1.500,00	37,50%	\$1.400,00	-	-	-
Total 1				\$4.000,00	0,02%	\$2.300,00			\$1.700,00
2 MOVIMIENTO DE SUELO									
2.1	M3	35,00	\$45,00	\$1.575,00	0,25%	-	-	-	\$45,00
2.2	M3	9.710,00	\$50,00	\$485.500,00	76,52%	\$50,00	-	-	-
2.3	M3	12,00	\$65,00	\$780,00	0,12%	\$65,00	-	-	-
2.4	M3	585,00	\$50,00	\$29.250,00	4,61%	\$50,00	-	-	-
2.5	M3	4,00	\$65,00	\$260,00	0,04%	\$65,00	-	-	-
2.6	M3	70,00	\$65,00	\$4.550,00	0,72%	\$65,00	-	-	-
2.7	M3	3,00	\$35,00	\$105,00	0,02%	\$35,00	-	-	-
2.8	M3	3,00	\$35,00	\$105,00	0,02%	\$35,00	-	-	-
2.9	M3	21,00	\$35,00	\$735,00	0,12%	\$35,00	-	-	-
2.10	M3	12.134,00	\$9,20	\$111.632,80	17,59%	\$0,70	\$103.139,00	\$8.493,80	-
Total 2				\$634.492,80	3,91%				\$1.575,00
3 ESTRUCTURA									
ESTRUCTURA METALICA									
3.1.1	GL	1,00	\$210.000,00	\$210.000,00	4,37%	-	-	-	\$210.000,00
3.1.2	M2	420,00	\$175,00	\$73.500,00	1,33%	\$75,00	-	\$100,00	-
ESTRUCTURA DE HORMIGON									
3.2.1	M3	975,00	\$1.300,00	\$1.267.500,00	26,37%	\$700,00	-	\$600,00	-
3.2.2	M3	148,00	\$1.180,00	\$174.640,00	3,63%	\$680,00	-	\$500,00	-
3.2.3	M3	47,00	\$960,00	\$45.120,00	0,94%	\$400,00	-	\$560,00	-
3.2.4	M3	12,00	\$890,00	\$10.680,00	0,22%	\$350,00	-	\$540,00	-
3.2.5	M3	20,60	\$850,00	\$17.510,00	0,36%	\$350,00	-	\$500,00	-
3.2.6	M2	2.445,00	\$1.230,00	\$3.007.350,00	62,57%	\$480,00	-	\$750,00	-
Total 3				\$4.806.300,00	29,89%	\$2.018.450,00		\$2.877.850,00	\$210.000,00
4 CONTRAPISOS Y CARPETAS									
4.1	ML	72,00	\$55,00	\$3.960,00	100,00%	\$30,00	\$2.160,00	-	-
Total 4				\$3.960,00	0,02%	\$2.160,00			
5 PISOS									
5.1	M2	37,00	\$105,00	\$3.885,00	100,00%	\$60,00	-	\$45,00	-
Total 5				\$3.885,00	0,02%	\$2.220,00		\$1.665,00	
6 CAPTACION Y CONDUCCION									
6.1	U	81,00	\$17.652,00	\$1.429.812,00	52,19%	\$7.060,00	-	\$10.592,00	\$857.952,00
6.2	ML	17.350,00	\$35,00	\$607.250,00	22,17%	\$35,00	-	\$450,00	\$36.450,00
6.3	U	81,00	\$450,00	\$36.450,00	1,33%	-	-	\$665.937,00	\$665.937,00
6.4	GL	1,00	\$665.937,00	\$665.937,00	24,31%	-	-	-	-
Total 6				\$2.739.449,00	16,87%	\$1.179.110,00		\$1.560.339,00	
7 TRATAMIENTO Y RESERVA									
7.1	GL	1,00	\$49.866,00	\$49.866,00	85,95%	-	-	-	\$49.866,00
7.2	GL	1,00	\$8.152,00	\$8.152,00	14,05%	-	-	-	\$8.152,00
Total 7				\$58.018,00	0,36%				\$58.018,00
8 PINTURA									
8.1	BLS	8.437,00	\$25,00	\$210.925,00	100,00%	\$25,00	\$210.925,00	-	-

Total 8						\$210,925.00	1.20%												
9	EQUIPAMIENTO DE BOMBAS																		
9.1.	Bombas de captación Grundfos SP 30-4	U	81,00	\$4,980,00		\$403,380,00	43,78%				\$4,980,00			\$403,380,00					
9.2.	Bombas de cisterna de agua cruda a equipo de OI Grundfos SP 300-1NG	U	5,00	\$27,460,00		\$137,300,00	14,90%				\$27,460,00			\$137,300,00					
9.3.	Bombas de equipo de O.I. a cisterna permeado	U	5,00	\$27,460,00		\$137,300,00	14,90%				\$27,460,00			\$137,300,00					
9.4.	Bombas de cisterna de permeado a C.B Grundfos 160-2-AA	U	8,00	\$15,109,00		\$120,872,00	13,12%				\$15,109,00			\$120,872,00					
9.5.	Bombas de C.B. a redes	U	8,00	\$15,109,00		\$120,872,00	13,12%				\$15,109,00			\$120,872,00					
9.6.	Bomba dosificadora para desinfección	U	1,00	\$1,682,00		\$1,682,00	0,18%				\$1,682,00			\$1,682,00					
Total 9						\$921,406,00	5,67%							\$921,406,00					
10	EQUIPOS OSMOSIS INVERSA																		
10.1.	Equipos de O.I.	U	4,00	\$1,586,320,00		\$6,345,280,00	93,30%				\$1,586,320,00			\$6,345,280,00					
10.2.	Membranas para equipo de O.I.	U	120,00	\$3,800,00		\$456,000,00	6,70%				\$3,800,00			\$456,000,00					
Total 10						\$6,801,280,00	41,87%							\$6,801,280,00					
11	INSTALACIONES ELECTRICAS																		
11.1.	Reacondicionamiento general sistema eléctrico-instalaciones complementarias.																		
	Tablero general de comando y tablero general de medición	GL	1,00	\$45,960,00		\$45,960,00	100,00%												
Total 11						\$45,960,00	0,28%							\$45,960,00					
12	VARIOS																		
12.1.	Detalles de terminación	GL	1,00	\$5,000,00		\$5,000,00	39,68%				\$5,000,00								
12.2.	Limpieza periódica	GL	1,00	\$1,100,00		\$1,100,00	8,73%				\$1,100,00								
12.3.	Limpieza Final	GL	1,00	\$3,800,00		\$3,800,00	30,16%				\$3,800,00								
12.4.	Ayuda a gremios para instalaciones	GL	1,00	\$2,700,00		\$2,700,00	21,43%				\$2,700,00								
Total 12						\$12,600,00	0,08%							\$12,600,00					
Total Presupuesto						\$16,242,275,80	100,00%				3,957,543,80			104,939,00					\$317,253,00



CAPITULO 12 COSTO OPERATIVO

12.1 DETERMINACION DEL COSTO OPERATIVO - PROCESO O.1

El costo operativo preliminar que se da a continuación se basa en las siguientes condiciones operativas:

Análisis químico del agua

Caudal de agua de consumo: Q_a (m³/h): 2190

Caudal de proceso: Q_p (m³/h): 1461

Preción de trabajo: 7kg

Presión de alimentación: 1kg

12.1.1. COSTO DEBIDO AL CONSUMO ELECTRICO

$$C_e = \frac{(E_{op} + E_{pp}) \times C_{kw}}{Q_p} = \frac{(18 + 24 \text{ kWh}) \times 0,105}{1461} = 0,00175 \text{ u\$o/m}^3$$

$$C_e = 0,00175 \text{ u\$o/m}^3$$

12.1.2. COSTO DEBIDO AL CONSUMO DE REACTIVOS

Antimonio:

$$C_g = \frac{D_g \times Q_a \times c_g}{Q_p} = \frac{0,00425 \times 2190 \times 10,50}{1461} = 0,0609 \text{ u\$o/m}^3$$

$$C_g = 0,0609 \text{ u\$o/m}^3$$

Acido sulfúrico:

$$C_h = \frac{D_h \times Q_a \times c_h}{Q_p} = \frac{0,019 \text{ kg/m}^3 \times 2190 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,15 \text{ u\$o/kg}}{1461 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$C_h = 0,00417 \text{ u\$o/m}^3$$

12.1.3. COSTO DEBIDO AL REEMPLAZO DE MICROFILTROS

Se estima un recambio de micro-filtros cada 5 meses. El costo del recambio será de $c_r = 50 \times 17$ u\\$o. Por lo tanto el costo específico será de:

$$C_r = \frac{c_r}{Q_p \times T_r} = \frac{50 \times 17}{1461 \times 3600} = 0,00016 \text{ (u\$o/m}^3)$$

$$C_r = 0,000162 \text{ u\$o/m}^3$$

12.1.4. COSTO DEBIDO A LA REPOSICIÓN DE MEMBRANAS

Se estima una duración mínima de 30 meses. El costo del recambio de las membranas es de 30 membranas por 1500u\\$o (c/m) u\\$o 45.000. El costo específico será entonces:

$$C_m = \frac{c_m}{Q_p \times T_m} = \frac{45.000 \text{ u\$o}}{1461 \text{ m}^3/\text{h} \times 28.800 \text{ h}} = 0,0011 \text{ u\$o/m}^3$$



CAPITULO 12
COSTO OPERATIVO

12.1.DETERMINACION DEL COSTO OPERATIVO - PROCESO O.I.

El costo operativo preliminar que se da a continuación se basa en las siguientes condiciones operativas:

Análisis químico del agua

Caudal de agua de alimentación, Q_a (m³/h): 2190

Caudal de producto, Q_p (m³/h): 1461

Presión de trabajo: 9kg

Presión de alimentación: 1kg

12.1.1.COSTO DEBIDO AL CONSUMO ELECTRICO

$$C_e = \frac{(E_{ap} + E_{pp}) \times C_{kw}}{Q_p} = \frac{(18 + 7.4) \text{ kw} \times 0.103}{1461} = 0.00179 \text{ u}\$/\text{m}^3$$

$C_e = 0.00179 \text{ u}\$/\text{m}^3$

12.1.2.COSTO DEBIDO AL CONSUMO DE REACTIVOS

Antincrustante :

$$C_g = \frac{D_g \times Q_a \times c_g}{Q_p} = \frac{0.00425 \times 2190 \times 10.50}{1461} = 0.0669 \text{ u}\$/\text{m}^3$$

$C_g = 0.0669 \text{ u}\$/\text{m}^3$

Acido sulfúrico:

$$C_a = \frac{D_a \times Q_a \times c_a}{Q_p} = \frac{0.019 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 2190 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.15 \text{ u}\$/\text{kg}}{1461 \text{ m}^3/\text{h}} =$$

$C_a = 0.00427 \text{ u}\$/\text{m}^3$

12.1.3.COSTO DEBIDO AL REEMPLAZO DE MICROFILTROS

Se estima un recambio de microfiltros cada 5 meses. El costo del recambio será de $c_r = 50 \times 17 \text{ u}\$$. Por lo tanto el costo específico será de:

$$C_r = \frac{c_r}{Q_p \times T_r} = \frac{50 \times 17}{1461 \times 3600} = 0.000162 \text{ u}\$/\text{m}^3$$

$C_r = 0.000162 \text{ u}\$/\text{m}^3$

12.1.4.COSTO DEBIDO A LA REPOSICION DE MEMBRANAS

Se estima una duración mínima de 40 meses. El costo del reemplazo de las membranas es de (30 membranas por 1500u\$ c/u) u\$ 45.000. El costo específico será entonces:

$$C_m = \frac{c_m}{Q_p \times T_m} = \frac{45.000 \text{ u}\$}{1461 \text{ m}^3/\text{h} \times 28.800 \text{ h}} = 0.0011 \text{ u}\$/\text{m}^3$$



$$C_m = 0.0011 \text{ u\$/m}^3$$

12.1.5. COSTO DE REPOSICION DE ELEMENTOS VARIOS

Se estima un costo específico adicional por el recambio de algunos elementos durante el año en:

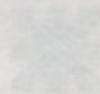
$$C_a = 0.02 \text{ u\$/m}^3$$

12.1.6. COSTO OPERATIVO Y MANTENIMIENTO TOTAL ESPECIFICO

$$C = C_e + C_g + C_a + C_r + C_m + C_{ad}$$

$$C = (0.00179 + 0.0669 + 0.00427 + 0.000162 + 0.0011 + 0.020) \text{ u\$/m}^3$$

$$C = 0.0942 \text{ u\$/m}^3$$



CAPITULO 13 CONCLUSION

De acuerdo a la situación actual del servicio, su expansión y demanda de la población, como la necesidad sanitaria del mismo y el desarrollo permanente y sostenido de la tecnología adoptada, (O.T.T) acorde a la inconsistencia de la concreción del acuerdo "3er IV", (último como de los acuerdos previsionales) podemos afirmar que el proyecto tiene factibilidad desde lo técnico, económico y social.

Nuestra comisión, deberá, en el transcurso de los futuros años, acudir a un consorcio de agua potable integral, para lograr una situación sanitaria óptima, y esta propuesta atiende a la necesidad planteada.

Afirmamos que, de acuerdo a los estudios realizados por especialistas, nuestro subsuelo es apto para afrontar el modelo de demanda previsto para abastecer a la población proyectada de nuestra ciudad.

Por una cuestión de higiene, salud y salud pública, es una palmaria calidad de vida, debemos mejorar día a día la calidad sanitaria de nuestro hospital, concientizando a nuestra población, del uso de agua potable de manera racional y responsable, cambiando el comportamiento de trabajo para el desarrollo del bienestar integral de toda la población, en todos los estratos socio-culturales de la ciudad, asumiendo responsabilidades las que cada uno tiene para llegar a los lugares en donde las necesidades básicas son aún más críticas.



CAPITULO 13 CONCLUSION

De acuerdo a la situación actual del servicio, su expansión, y demanda de la población, como la necesidad sanitaria del mismo y el desarrollo permanente y sostenido de la tecnología adoptada, (O.I.), sumado a la inconsistencia de la concreción del acueducto "Sur IV", (ultimo tramo de los acueductos provinciales) podemos afirmar que el proyecto tiene factibilidad desde lo técnico, económico y social.

Nuestra comunidad, deberá, en el transcurso de los futuros años, acudir a un consumo de agua potable integral, para lograr una situación sanitaria optima, y esta propuesta atiende a la necesidad planteada.

Afirmamos que, de acuerdo a los estudios realizados por especialistas, nuestro subsuelo es apto para afrontar el modelo de demanda previsto para abastecer a la población proyectada de nuestra ciudad.

Por una cuestión de higiene, sanidad y salud publica, en una palabra calidad de vida, debemos mejorar día a día la calidad sanitaria de nuestro hábitat, concientizando a nuestra población, del uso de agua potable de manera racional y responsable, asumiendo el compromiso de trabajar para el desarrollo del suministro integral de toda la población, en todos los estratos socioculturales de la ciudad, asumiendo responsabilidades los que más tienen para llegar a los lugares en donde las necesidades básicas aún están insatisfechas.



AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres, que me apoyaron y fueron mi apoyo en todo, a mi familia que me acompaña siempre.
A Leo que fue mi compañero y me apoyó en todo momento, y más en este último etapa.
A mis amigos, los de la casa por todas las horas juntos, a los de la vida que siempre están presentes.
A los profesores que fueron parte de estos años de estudio, y principalmente al Ing. Alberto Arias por su tiempo y dedicación incondicional en este proyecto.



AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres, que me ayudaron y fueron mi sostén en todo, a mi familia que esta presente siempre.
A Leo que fue mi compañero y me apoyo en todo momento, y mas en esta ultima etapa.
A mis amigas, las de la facu por tantas horas juntas, a las de la vida que siempre están presentes.
A los profesores que fueron parte de estos años de estudio, y principalmente al Ing. Alberto Armas por su tiempo y dedicación incondicional en este proyecto.

BIBLIOGRAFIA

1. Ange 2001-2004 vulnerabilidad de acuíferos.
2. Abastecimiento y distribución de agua. Anselmo Hernández Muñoz
3. Plata NET. Propiedades físicas y químicas del agua.
4. Años de Buenos Aires.
5. Censo 201.
6. Censo 202.
7. Vademécum de la construcción Juan Berzoini París.
8. Estudios de las de origen hídrico. Prof Olga Cifuentes. UTN Bahía Blanca.
9. Hidrogeología de la Plata. Ange, Miguel. Depto Geología Buenos Aires.
10. ENCHSA. Empresa nacional de obras hidráulicas y saneamiento. Criterios de diseño.
11. Apuntes de la Cátedra Ingeniería Sanitaria. UTN Venado Tuerto
12. Decreto provincial N° 1039. Provincia de Santa Fe.
13. Ley provincial N°11717. Provincia de Santa Fe.
14. Anexo A. Organización Municipal de la Salud.
15. Ley Provincial 11220. Anexo b. Provincia de Santa Fe.
16. Código Alimentario Argentino.
17. Abastecimiento de agua y alcantarillado Gustavo Rivas Mijangos
18. Ange, Miguel. Hidrogeología de Argentina. 1999.
19. Guía para la calidad del agua potable. 2da. Edición. 1995. vol I
20. Vulnerabilidad de acuíferos. Conceptos y métodos. Dr. Miguel Ange. Apeiron LBA.



BIBLIOGRAFIA

1. Auge 2001-2004 vulnerabilidad de acuíferos.
2. Abastecimiento y distribución de agua. Aurelio Hernández Muñoz
3. Física NET. Propiedades físicas y químicas del agua.
4. Atlas de Buenos Aires.
5. Cirsoc 201.
6. Cirsoc 202.
7. Vademecum de la construcción Juan Bermejo Polo.
8. Enfermedades de origen hídrico. Prof. Olga Cifuentes. UTN Bahía Blanca.
9. Hidrogeología de la Plata. Auge, Miguel. Depto Geología Buenos Aires.
10. ENOHSA. Ente nacional de obras hidráulicas y sanitarias. Criterios de diseño.
11. Apuntes de la Cátedra Ingeniería Sanitaria. UTN Venado Tuerto
12. Decreto provincial N° 1089. Provincia de Santa Fe.
13. Ley provincial N° 11717. Provincia de Santa Fe.
14. Anexo 4. Organización Mundial de la Salud.
15. Ley Provincial 11220. Anexo b. Provincia de Santa Fe.
16. Código Alimentario Argentino.
17. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Gustavo Rivas Mijares.
18. Auge, Miguel. Hidrogeología de Argentina. 1999.
19. Guías para la calidad del agua potable. 2da. Edición. 1995. voll.
20. Vulnerabilidad de acuíferos. Conceptos y métodos. Dr. Miguel Auge. Apuntes UBA.