



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño óptimo y sustentable de las instalaciones hidrosanitarias
del centro comercial denominado “The Park” en San Luis Potosí.**

TESINA

Para obtener el título de
Ingeniero especialista en Ingeniería Sanitaria

PRESENTA

Andrés Garza Villaseñor

DIRECTOR DE TESINA

José Luis Sanchez Galarza



Ciudad Universitaria, Cd. Mx. 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice:

- A. Introducción
- B. Objetivos
- C. Legislación ambiental
- D. Calidad del agua
- E. Descarga de aguas residuales

1. Generalidades

- 1.1 Bases de diseño
- 1.2 Alcances
- 1.3 Marco legal
- 1.4 Criterios de diseño
- 1.5 Consideraciones de ingenierías
- 1.6 Certificación LEED

2. Memoria descriptiva del sistema

- 2.1 Red de alimentación de agua potable
- 2.2 Sistema de protección contra incendio
- 2.3 Sistema de drenaje

3. Proyecto de agua potable

- 3.1 Dotación de agua potable
- 3.2 Cálculo de la demanda diaria
- 3.3 Cálculo de los gastos hidráulicos de diseño
- 3.4 Cálculo de la toma domiciliaria
- 3.5 Cálculo de volúmenes de almacenamiento dentro del predio
- 3.6 Cálculo y diseño de las redes generales de alimentación
- 3.7 Diseño del sistema de bombeo
- 3.8 Datos de proyecto

4. Alcantarillado sanitario

4.1 Evaluación de los gastos de aportación de aguas negras

4.2 Velocidades permisibles en las tuberías

4.3 Pendientes de diseño

4.4 Colchón mínimo de tuberías

4.5 Descarga sanitaria

4.6 Datos de proyecto

5. Alcantarillado pluvial

5.1 Metodología a emplear

5.2 Evaluación del gasto pluvial a captar dentro del predio

5.3 Coeficiente de escurrimiento

5.4 Intensidad de lluvia

5.5 Tiempo de concentración

5.6 Cálculo y diseño de las bajadas pluviales

5.7 Cálculo y diseño de las redes generales del sistema

5.8 Descarga pluvial

5.9 Datos de proyecto

Conclusiones y recomendaciones

Anexo 1 Datos de proyecto

Anexo 2 Cédula de materiales

Anexo 2 Planos y detalles

Índice de tablas

Índice de figuras

Referencias

A. Introducción

Quisiera empezar hablando un poco del programa de especialidad al cual representa esta tesina. El programa tiene como nombre “Especialización en ingeniería sanitaria” y el campo que yo elegí es el de “Diseño y operación de instalaciones para edificios.” Este posgrado es único en el sentido que busca como principal objetivo la practicidad, no la teoría como tal sino la habilidad de poder aplicar nuestros conocimientos teóricos a la práctica ingenieril. Es un objetivo muy inteligente ya que busca preparar al profesionalista para lo que realmente se va a encontrar en la vida laboral. Cada programa de posgrado tiene un enfoque diferente, yo en lo personal aplaudo y felicito a los impulsores de este programa por las herramientas que proporciona a cada uno de los alumnos para la vida laboral. Sin decir mucho más del tema, decidí hacer mi tesis de un proyecto real de instalaciones buscando integrar todas las materias que aprendí plasmándolas en un ejercicio real.

El agua es un elemento muy importante para que haya vida en nuestro planeta, ya que muchas de las especies requieren el consumo de este líquido para poder subsistir e incluso una gran variedad de organismos habitan en ella desarrollando grandes ecosistemas. En particular, el ser humano utiliza agua para muchas de sus actividades diarias. Al año se extraen alrededor de 4,430 km³ alrededor del mundo (incluyendo las pérdidas por evaporación), siendo la agricultura a la que más agua se le destina (70 %) y se cree que la demanda de agua para esta actividad seguirá aumentando debido al crecimiento de la población que demandará una mayor producción de alimentos (RAMOS FRANCO, 2013).

Existe una gran cantidad de agua en el planeta, estimada en 1 400 millones de km³, sólo el 2.5% es agua dulce y la mayor parte de ésta se encuentra en forma de hielo o en depósitos subterráneos de difícil acceso. Así, el agua disponible para las actividades humanas se reduce, en el mejor de los casos, al 0.01% del total. Hay que añadir que esta mínima porción de agua frecuentemente se localiza en lugares inaccesibles o está contaminada, lo que dificulta su aprovechamiento.

En la actualidad, más de 780 millones de personas utilizan fuentes de abastecimiento no aptas para su consumo, lo que provoca un gran número de enfermedades e incluso la muerte, afectando principalmente a niños y gente mayor (RAMOS FRANCO, 2013).

La calidad de las aguas superficiales y subterráneas se afecta negativamente debido a la descarga continua de aguas residuales domésticas e industriales sin un tratamiento previo que elimine los contaminantes que contienen. Cada día hay más avances en este tema, se busca regular estas descargas, así como evitar que alcancen el manto acuífero.

Con base en estos hechos, el ser humano se ha visto en la necesidad de realizar estudios de calidad del agua que permitan conocer las características del agua y así, determinar sus posibles usos.

El tema del cuidado del agua junto con la sustentabilidad es una tendencia que va al alza en los últimos años. En un principio, diseñar de manera sustentable y ahorradora, era visto como un extra. La gente que lo practicaba se contaba con los dedos de una mano. Hoy en día ya no es así, se está convirtiendo en una necesidad y en una imposición por parte del mundo en el que vivimos. La tecnología va con

nosotros de la mano para que estos diseños optimizados se vuelvan económicamente viables. Ya no solo los llevamos a la práctica por ser amigables con el ambiente, también representan un ahorro económico y un sentimiento de aceptación por parte de la sociedad.

La mayoría de los grandes desarrollos urbanos hoy tienen presente la relación que existe entre preservar en buen estado los ecosistemas, su propio bienestar y la parte económica en la ingeniería, sin embargo, el tema ambiental no fue objeto de atención gubernamental hasta muy recientemente, cuando los efectos de deterioro se hicieron evidentes y pusieron en riesgo el desarrollo futuro de muchos países.

En México, al igual que en muchos otros países, el interés y reclamo de la sociedad por atender y solucionar los problemas ambientales confrontó al gobierno con la preocupante realidad de la insuficiencia de conocimiento e información sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales que permitiera evaluar objetivamente tanto los factores de presión, como la respuesta de éstos a las acciones implementadas para detener y revertir su deterioro.

Así, uno de los pasos necesarios para formular estrategias y políticas de gobierno que conjunten armónicamente el desarrollo económico y la conservación del ambiente es contar con información suficiente y confiable sobre la situación actual del medio ambiente, de los componentes que lo afectan y de los que intentan mejorar su condición.

B. Objetivos

- **Objetivo general**

Diseñar la instalación hidráulica, sanitaria y de protección contra incendio de un centro comercial, que aplique los conocimientos adquiridos en la Especialización en Ingeniería Sanitaria.

- **Objetivos específicos**

Realización de una memoria de cálculo

Elaboración de planos para la construcción de las instalaciones

Proponer un ciclo del agua en el inmueble lo más cercano a una descarga cero, siguiendo la metodología “Leadership in Energy & Environmental Design (LEED)” en el ahorro de agua.

C. Legislación ambiental en México

En todo el mundo y México no es la excepción, la legislación ambiental surge con el objetivo de frenar las aceleradas tendencias de deterioro del medio ambiente. Antes de los años 70 las sanciones en términos de contaminación atmosférica y generación de residuos eran casi nulas.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, documento jurídico más importante a nivel nacional, indica que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar y que el Estado garantizará el respeto a este derecho, también menciona que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

La primera ley de carácter ambiental que se publicó en el país fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (1971), la cual tenía un carácter antropocéntrico y solamente buscaba la regulación en el sector industrial. Posteriormente, se publicó la Ley Federal de Protección al Ambiente (1982), cuyo corte era más bien biocéntrico. Así, se llega finalmente a la publicación Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) 1988 por la ahora extinta Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), ésta fue la primera ley de carácter ambiental integradora y hoy la más importante en este tema.

En 1994, se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), con la cual se integran los recursos naturales, la biodiversidad, la atención de los residuos peligrosos y de los problemas ambientales urbano-industriales. La ahora SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, antes SEMARNAP), publicó en 1995 el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1995-2000, cuyo objetivo era la promoción del desarrollo económico y social con criterios de sustentabilidad. La operatividad de dicho programa sugería políticas ambientales, lo cual le hizo un espacio en el Plan Nacional de Desarrollo. Posteriormente, se incorporan los programas operativos de los órganos desconcentrados de la SEMARNAT: la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). La principal innovación de la política ambiental tuvo que ver con la incorporación de programas de sustentabilidad en las diferentes secretarías de estado e instituciones del gobierno federal.

Según la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la política ambiental y el manejo de recursos naturales se pueden agrupar en tres etapas principales:

1. Enfoque correctivo (década de los años setenta). Implica el combate a la contaminación y al deterioro de los recursos naturales.
2. Enfoque de gestión de recursos naturales y de sistemas naturales (década de los años 80).
3. Política preventiva. Mantiene y relaciona estrategias de los dos enfoques anteriores.

La LGEEPA se ha modificado de acuerdo a los cambios en la Ley de Administración Pública y tiene 4 reglamentos: de Impacto Ambiental, de Residuos Peligrosos, de Evaluación de Impacto Ambiental, y de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. La PROFEPA es la encargada del cumplimiento de la LGEEPA, las procuradurías estatales se encargan de las leyes ecológicas estatales y en el caso del agua, la encargada es la CONAGUA.

Además de la LGEEPA, existen otras leyes federales y nacionales importantes en materia ambiental, tal es el caso de la Ley General de Salud (1984), la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (1991), la Ley de Aguas Nacionales (1992), la Ley Federal de Metrología y Normalización (1992), entre otras.

En 1994, la Secretaría de Salud publicó la NOM-127-SSA1-1994 que establece los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, ya que el abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras. Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas hasta la entrega al consumidor, en 1999 se propuso una modificación a esta norma y actualmente sigue vigente. En 1996, queriendo proteger la calidad de las aguas y los bienes nacionales y posibilitar sus usos, se aprobó la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, se indican los métodos de prueba y la verificación, así como el grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales; dicha norma es de observancia obligatoria. Así mismo, si se desea reusar el agua en servicios públicos se deben seguir los lineamientos de la NOM-003-SEMARNAT-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas tratadas que se reúsen en servicios al público.

D. Calidad del agua

La calidad del agua no es una característica absoluta, sino que es más un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar al líquido (SEMARNAT, 2005); cada uso requiere un estándar de calidad.

La CONAGUA realiza la medición sistemática de la calidad del líquido a través de su Red Nacional de Monitoreo (RNM). En 2010 la RNM contaba con 1 627 sitios distribuidos en todo el país según la Tabla 1.1. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos son llevados a cabo en la Red Nacional de Laboratorios, constituida por 13 laboratorios ubicados en organismos de cuenca y 15 en direcciones locales.

Tabla 1.1. Sitios de la Red Nacional de Monitoreo, 2010.

Red	Área	Número de sitios
Red Primaria	Cuerpos superficiales	226
	Zonas costeras	113
	Aguas subterráneas	156
Red Secundaria	Cuerpos superficiales	282
	Zonas costeras	23
	Aguas subterráneas	41
Estudios Especiales	Cuerpos superficiales	235
	Zonas costeras	50
	Aguas subterráneas	416
Red de Referencia de Agua Subterránea		85
TOTAL		1627

Fuente: CONAGUA. Subdirección General Técnica.

E. Descarga de aguas residuales

A nivel mundial, en los países en desarrollo se da tratamiento a menos del 10% del agua residual, esto significa que la inmensa mayoría del líquido se vierte a ríos, lagos o mares sin ningún tratamiento previo, ocasionando la contaminación de éstos y, por consecuencia, la reducción de la cantidad disponible de agua para uso y consumo humano.

Las aguas residuales de origen urbano provienen de las viviendas, edificios públicos y de la escorrentía urbana que se colecta en el drenaje. Sus principales contaminantes son nutrientes (nitrógeno y fósforo), organismos patógenos (bacterias y virus, entre otros), materia orgánica, detergentes, metales pesados, sustancias químicas orgánicas sintéticas, hormonas y productos farmacéuticos.

En México en 2011, el volumen de aguas residuales provenientes de los centros urbanos fue de aproximadamente 7.5 km³ (cerca de 236.3 m³/s), mientras que las descargas de aguas residuales no municipales en 2009 fueron alrededor de 6.01 km³ (equivalentes a 190.4 m³/s).

En México en el 2010 se trataron 2.95 km³ de descargas municipales y no municipales, esto representa aproximadamente el 40% del total de las aguas residuales generadas en el país. Se generaron 13.05 millones de toneladas de DBO₅ (10.5 millones en fuentes no municipales y 3 millones en industria), de los cuales solamente se removieron 1.35 millones de toneladas, es decir, el 10% de la DBO₅ generada.

El agua, el saneamiento y la higiene tienen consecuencias importantes sobre la salud y la enfermedad, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), quien también afirma que las enfermedades relacionadas con el agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable ; enfermedades como la esquistosomiasis, la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua; el ahogamiento y otros daños, y enfermedades como la legionelosis transmitida por aerosoles que contienen microorganismos.

Alrededor de 1 100 millones de personas en el mundo carecen de acceso a fuentes de agua mejoradas y 2 500 millones no tienen acceso a instalaciones básicas de saneamiento. En países en desarrollo, es común que se presenten enfermedades y muertes relacionadas con el uso y consumo de aguas contaminadas, tal es el caso de la diarrea, causada por agentes virales, bacterianos y parásitos, que es una causa principal de morbilidad, mortalidad y un factor importante de desnutrición en la niñez alrededor del mundo, según la OMS, cada año se presentan 2 000 millones de casos de diarrea. En México, genera el 20% de la demanda de consulta en los servicios de salud y el 10% de las hospitalizaciones pediátricas.

Las enfermedades relacionadas con el agua son causadas por microorganismos patógenos como bacterias, protozoarios, helmintos, algas, hongos y, aunque los virus no son considerados microorganismos, pueden habitar y reproducirse dentro de otros organismos, por lo que el agua resulta un medio de transmisión.

1. Generalidades

1.1 Bases de diseño

Para el proyecto hidráulico del Desarrollo se contemplan los siguientes criterios generales:

- Uso eficiente del agua: utilización de muebles de bajo consumo y utilización de agua reciclada en los usos que no requieren calidad potable.
- Reúso del agua residual.
- Captación y utilización del agua de lluvia.
- Instalación de muebles de ultra bajo consumo, excediendo los requerimientos locales.
- Incorporación de tecnologías sustentables: Tratamiento de la totalidad del agua residual.
- Instalación de los principales componentes del sistema en el edificio de central de servicios.
- Sistema de protección contra incendio a base de rociadores automáticos “sprinklers” e hidrantes.

Se proyecta la construcción de un centro comercial, en la Ciudad de San Luis Potosí sobre un predio de 28,664.01 m². Ubicado en Boulevard Antonio Rocha Cordero 157, Fraccionamiento Desarrollos de Pedregal, en San Luis Potosí, SLP.

UBICACION: Libramiento Sur Anillo Periférico (Blvd. Antonio Rocha Cordero) s/n; San Luis Potosí, México.

PLANTA ESQUEMATICA:

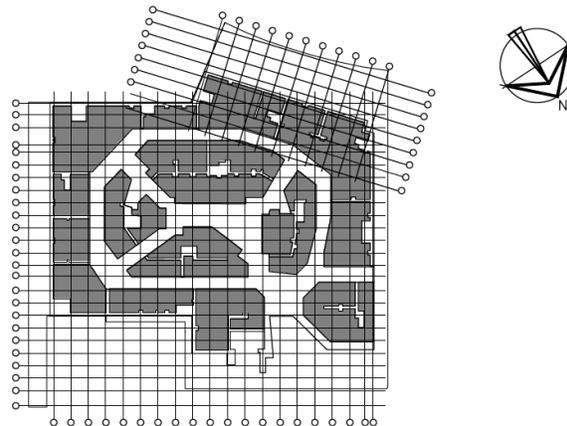


Figura 1.0. Croquis de ubicación del predio

Cine	4,382.95 m ²
Mercado	1,495.05 m ²
Restaurante	8,483.21 m ²
Gimnasio	1,137.08 m ²
Locales	37,843.1 m ²
Tienda de Autoservicio	4,766.12 m ²

El Centro Comercial se desarrollará en 7 niveles con las siguientes características generales:

Planta baja: Estacionamiento

Planta nivel 1: Estacionamiento, cuartos de máquinas y cuartos mecánicos

Planta nivel 2: Estacionamiento, supermercado y locales comerciales

Planta nivel 3: Estacionamiento, cuartos eléctricos.

Planta nivel 4: Locales comerciales.

Planta nivel 5: Locales comerciales.

Planta nivel 6: Locales comerciales.

1.2 Alcances

Diseño de las siguientes instalaciones:

- Agua potable
- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial
- Sistema de protección contra incendio

Se busca realizar un diseño competitivo, eficiente y funcional. Tomando en cuenta todos los requerimientos exigidos por el gobierno para que pueda ser construido. Con la memoria de cálculo, los planos, recomendaciones y especificaciones recomendadas en este trabajo resulta viable construir esta serie de instalaciones.

1.3 Marco legal

Los proyectos de referencia consideran, entre otras, las siguientes Leyes, Reglamentos y Normas:

Ley de Aguas del Distrito Federal.

Reglamento de Construcciones para San Luis Potosí.

NADF-015-AGUA-2009, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de procesos y servicios al sistema de drenaje y alcantarillado del Distrito Federal, provenientes de las fuentes fijas.

NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Reglamento de Construcción para la Ciudad de San Luis Potosí, SLP.

Normas Técnicas Complementarias para instalaciones de agua potable y drenaje

NPC National Plumbing Code

NFPA National Fire Protection Association

ASME American Society of Mechanical Engineers

1.4 Criterios de diseño

Las instalaciones se diseñarán considerando los siguientes criterios generales:

- Sustentabilidad (ahorro y reúso de agua)
- Confiabilidad
- Seguridad tanto para los usuarios como para el inmueble
- Cumplimiento con la Normatividad
- Sencillez
- Economía

1.5 Consideraciones de ingenierías

Red de alimentación de agua potable

El sistema se abastecerá a partir de la red municipal, a través de una toma domiciliaria única que contará con un medidor oficial.

A partir de esa toma se llenarán 4 cisternas independientes:

Cisterna 1: Centro Comercial

Cisterna 2: Supermercado

Cisterna 3: Cines

Cisterna 4: Gimnasio

Tabla 1.2. Cálculo consumos Agua Potable.

Alimentación de agua potable	
Consumo diario agua potable, m3:	636.9
Gasto medio diario, l/s:	7.37
Diámetro de toma domiciliaria, mm:	64
Volumen cisterna supermercado, m3:	105.81
Volumen cisterna gimnasio, m3:	190.60
Volumen cisterna libre, m3:	97.79
Volumen cisterna cines, m3:	100.64
Volumen cisterna centro comercial, m3:	1,112.74

Fuente: RCDF. Edición 2011.

Cada cisterna contará con un medidor independiente.

A partir de esas cisternas se abastecerán los muebles sanitarios y se dejarán preparaciones a pie de cada local.

Sistema de drenaje

Se proyecta un sistema de drenaje de tipo separado para aguas negras y pluviales.

La totalidad de las aguas negras se conducirán a una planta de tratamiento de aguas residuales tipo biológico a nivel terciario para reutilizar el agua dentro del proyecto.

Se analizarán las mejores opciones de ubicación de la planta de tratamiento tanto por su funcionalidad como por el mejor control de olores.

Se incluirán por parte de los locatarios de restaurantes y fast food, trampas de grasa previo a la descarga a la red del Centro Comercial.

Red de alimentación de agua reciclada

El agua reciclada proveniente de la planta de agua residual y de la captación del agua de lluvia se utilizará en usos que no requieren calidad potable tales como excusados, mingitorios, torres de enfriamiento y riego. Se hará análisis hídrico para establecer el uso mas óptimo de esta fuente.

Se utilizará el agua tratada producida en la planta de tratamiento (calidad NOM-003 para contacto directo) en excusados, mingitorios, torres de enfriamiento y red de riego de áreas verdes.

El agua de lluvia captada en el predio se dispondrá de la siguiente manera:

Tabla 1.3. Cálculo consumos Agua Tratada.

Agua tratada

Concepto			Dotación	Consumo
Excusados y mingitorios	37,843 m ²	37,843 m ²	2 L/m ² /día	75.7
Torres de enfriamiento				60.0
Riego	1,381 m ²	1,381 m ²	5 L/comida/día	6.9
Lavado coches	250 coches	250 coches	8 L/coches/día	2.0
			Consumo diario:	144.6

Fuente: RCDF. Edición 2011.

Sistema de protección contra incendio

Se proyectará un sistema de protección contra incendio a base de hidrantes con manguera y contará con los siguientes elementos: tomas siamesas, reserva en cisterna, equipo de bombeo eléctrico y de combustión interna y red de hidrantes con manguera para cubrir la totalidad del área construida.

Deberá definirse si las anclas (Cines, Supermercado y Gimnasio) se conectarán a la red de protección contra incendio del Centro (centralizada) -opción recomendada por el proyectista-, o si contarán cada una con reserva en cisterna y equipo de bombeo propios.

Tabla 1.3. Cálculo reserva contra incendio.

Sistema de protección contra incendio	
Reserva contra incendio centro comercial, m3:	40.60
Reserva contra incendio supermercado, m3:	40.60
Reserva contra incendio gimnasio, m3:	40.60
Reserva contra incendio cisterna libre, m3:	40.60
Reserva contra incendio cines, m3:	40.60
Gasto equipos contra incendio centro comercial, GPM:	179

Fuente: NFPA. Edición 2018.

Alimentación de agua potable

El diámetro de la toma domiciliaria se diseñará de acuerdo con el gasto máximo diario calculado de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para San Luis Potosí.

Cisternas de agua potable

Se calcularán para dos días de consumo más la reserva contra incendio que se centralizará en la cisterna general.

Distribución de agua fría

La red de distribución se dividirá en 4 sistemas: Centro comercial, Supermercado, Cines y Gimnasio. La red de las anclas será efectuada directamente por esos usuarios a partir de las cisternas que les dejará el Centro Comercial.

Instalación de las redes de tuberías

Para la instalación de las redes generales, así como de los ramales secundarios, se deberán seguir las indicaciones siguientes:

Las tuberías verticales deberán instalarse por los ductos determinados con el arquitecto y con los responsables de otras instalaciones, y evitar los cambios de dirección innecesarios.

Las trayectorias deberán ser paralelas a los ejes principales de la estructura.

Agrupamiento de tuberías

Cuando se proyecten dos o más tuberías con la misma trayectoria deberán instalarse agrupadas, paralelas y en un mismo plano formando una "cama". La separación entre las tuberías está limitada por la facilidad para ejecutar la colocación del aislamiento térmico, pintura y trabajos de mantenimiento.

Válvulas de seccionamientos

Para control y flexibilidad de las instalaciones se pondrán válvulas de seccionamiento de acuerdo con las indicaciones siguientes:

Juntas flexibles

Para absorber movimientos diferenciales entre juntas de construcción en zonas sísmicas y en terrenos de baja capacidad de carga, se deben instalar juntas flexibles, las que serán mangueras metálicas con entramado de acero inoxidable.

Se contemplarán mangueras flexibles, no sólo en juntas constructivas como en el agua fría, sino también para absorber la dilatación y contracción por efectos de temperatura, la selección de diámetro se hará de acuerdo con Norma.

Sistema de protección y de extinción de incendio

Hidrantes. De 38 mm de diámetro y 30 metros de longitud para cubrir la totalidad del área construida. El sistema se calculará para abastecer hasta 4 hidrantes simultáneamente por recomendación de la NFPA.

Extintores: Deberán instalarse extintores (de acuerdo con el riesgo a proteger)

Instalación sanitaria

El sistema de eliminación de aguas residuales y ventilación consiste en la red de tuberías de desagüe destinadas a desalojar del predio estas aguas, en la forma más rápida y sanitaria posible, y conducir las al punto de desfogue.

Este sistema incluye redes interiores y exteriores de drenaje, así como de ventilación sanitaria, escapes atmosféricos de vapor y coladeras de piso.

Redes de desagües

Las trayectorias se deben de diseñar paralelas a los ejes del proyecto y los cambios de dirección serán a 45° con respecto a dichos ejes, procurando no afectar a la estructura existente, esta red se proyectará separada de la de aguas pluviales, todos los muebles y equipos que requieran desalojar aguas residuales se conectarán a la red.

Es importante también diseñar tapones de registro para desazolve con tapa cromada.

Ventilación sanitaria

La red de tuberías de ventilación tiene por objeto equilibrar presiones dentro de las tuberías de desagüe, para evitar que se rompan los sellos de agua de los muebles sanitarios.

Se aplicarán los criterios correspondientes a utilizar, ya sea ventilación individual, para cada mueble o en redes o cabezales, o también pueden combinarse los sistemas. Es importante hacer los detalles de remates en las azoteas y respetar la norma en cuanto a su altura sobre la losa y la separación que deben llevar entre las ventanas y puertas adyacentes.

1.6 Certificación LEED

La Certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, por sus siglas en inglés) es un sistema de certificación con reconocimiento internacional para edificios sustentables creado por el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos (U.S. Green Building Council).

Tasas de Certificación

La tasa de certificación se basa en el sistema de calificación de acuerdo con el cual el edificio se está certificando y al tamaño del edificio. Esta tarifa se paga cuando el equipo del edificio presenta la documentación para su revisión a través de LEED Online. Las siguientes tablas resumen las tasas de revisión en curso para la certificación, que entró en vigor para todos los edificios que solicitan la certificación después de 11/01/2010. Las tasas de certificación se basan en la fecha de presentación de la solicitud para su revisión.

Costos de la certificación (precios en dólares americanos):

Tabla 1.4. Costos certificación LEED.

	Menos de 4.645 m ²	Entre 4.645 - 46.452 m ²	Más de 46.452 m ²	Apelaciones (si fuesen aplicables)
<i>LEED 2009; Nueva Construcción, Interiores Comerciales, Escuelas, Nucleo & Envoltorio certificación completa</i>	<i>Tarifa Fija</i>	<i>Basada en m²</i>	<i>Tarifa Fija</i>	<i>Por crédito</i>
Revisión de Diseño				
Miembros USGBC & SpainGBC	\$2,000	\$0.430/m ²	\$20,000	\$500
No-Miembros	\$2,250	\$0.484/m ²	\$22,500	\$500
Tasa de Aceleración	\$5,000 independiente de los m ²			\$500
Revisión de Construcción				
Miembros USGBC & SpainGBC	\$500	\$0.108/m ²	\$5,000	\$500
No-Miembros	\$750	\$0.161/m ²	\$7,500	\$500
Tasa de Aceleración	\$5,000 independiente de los m ²			\$500
Revisión Combinada de Diseño & Construcción				
Miembros USGBC & SpainGBC	\$2,250	\$0.484/m ²	\$22,500	\$500
No-Miembros	\$2,750	\$0.592/m ²	\$27,500	\$500
Tasa de Aceleración	\$10,000 independiente de los m ²			\$500

Fuente: Green Building Design and Construction. Edición 2018

Por otro lado, los costos del LEED manager/consultor LEED dependerán de la oferta de mercado obtenida de las distintas empresas consultoras y del alcance de actividades realizadas.

Se buscará la Certificación LEED en las oficinas, los créditos relacionados con el manejo del agua son los siguientes:

Tabla 1.5. Créditos LEED.

Créditos con responsabilidad primaria

Sustainable Sites

- Crédito 6.1 Stormwater Design—Quantity Control
- Crédito 6.2 Stormwater Design—Quality Control

Water Efficiency

- Crédito 1.1 Water Efficient Landscaping (Reduce by 50%)
- Crédito 1.2 Water Efficient Landscaping (No Potable Use or Irrigation)
- Crédito 2 Innovative Wastewater Technologies
- Crédito 3.1 Water Use Reduction (20% reduction)
- Crédito 3.2 Water Use Reduction (30% reduction)

Innovation and Design Process

- Crédito 1.3 Innovation in Design: WEc2

Créditos con participación

Energy and Atmosphere

- Prereq 2 Minimum Energy Performance

Fuente: Green Building Design and Construction. Edición 2018

El objetivo de esta certificación es buscar un beneficio para el medio ambiente. Además, que, al contar con este certificado, tu edificación cuenta con un distintivo. El objetivo de LEED es la transformación del mercado (fundamentalmente, cambiar la manera en que diseñamos, construimos y operamos los edificios y las comunidades) a través de niveles de certificación que reflejen los niveles de logros en áreas tales como ahorro de energía, eficiencia en el uso del agua, reducción de las emisiones de CO₂, calidad mejorada del ambiente interior y administración de recursos.

2. Memoria descriptiva del sistema

2.1 Red de alimentación de agua potable

El sistema de abastecerá de la red municipal con una zona de presión, solicitando 1 toma domiciliaria. La toma abastecerá cisternas independientes dimensionadas cada una para almacenar dos días del consumo de agua potable más la reserva contra incendio. A partir de esas cisternas, se abastecerán directamente los servicios utilizando equipos hidroneumáticos de bombeo.

Para asegurar que la reserva contra incendio sea intocable, se instalará la succión de los equipos de bombeo por encima del volumen destinado para la protección contra incendio.

Todos los excusados y mingitorios deberán ser de bajo consumo. Los lavabos en zonas públicas estarán equipados con sensor electrónico de cierre automático y dispositivos economizadores de agua.

Los sistemas de agua potable se diseñarán para una velocidad máxima de 1.8 metros por segundo y caída máxima de presión del 5% por experiencias previas y criterio propio.

2.2 Sistema de protección contra incendio

Se proyectará un sistema de protección contra incendio a base de hidrantes, válvulas para toma de manguera de bomberos y extinguidores manuales, de acuerdo con la Reglamentación Local y la NOM-002-STPS.

El sistema contará con los siguientes elementos: toma siamesa, reserva en cisterna, equipo de bombeo eléctrico y de combustión interna (diesel), bomba sostenedora de presión (jockey) y red de hidrantes con manguera de 30 metros de longitud para cubrir la totalidad del área construida. Todo lo previamente mencionado es obtenido del manual de recomendaciones emitido por la NFPA.

Adicionalmente deberá proyectarse un sistema de alarma, detección y voceo.

2.3 Sistema de drenaje

Se proyecta un sistema de drenaje separado para conducir por diferentes tuberías el agua negra, el agua con grasa y el agua pluvial.

El agua con grasa proveniente de los locales que procesan comida (fast food y restaurantes), tendrá un tratamiento preliminar con trampas de grasa locales y con una trampa de grasas general previa a su ingreso a la planta de tratamiento. Para este efecto se contará con una tubería independiente de agua con grasa que conducirá este drenaje hasta el sitio que se destinará para la trampa de grasas general.

Las aguas negras serán tratadas dentro del predio para su posterior reuso en torres de enfriamiento, excusados y mingitorios del centro comercial y riego de áreas verdes.

El agua pluvial captada en el predio se regulará internamente en un tanque de tormentas previo a su descarga a la red de la Ciudad. La red será calculada utilizando el Método Racional Americano para una lluvia de diseño con duración de 60 minutos y período de retorno de 10 años, siguiendo el reglamento de construcción vigente.

3. Proyecto de agua potable

3.1 Dotación de agua potable

Se propone la utilización de las siguientes dotaciones de proyecto:

Comercios	6 L/m2/día
Restaurantes	12 L/per/día
Cines	12 L/fun/día
Super	6 L/m2/día
Gimnasio	15 L/per/día

Información obtenida de la gaceta oficial del Distrito Federal. Capítulo 3, tabla 3.1 Provisión mínima de agua potable.

3.2 Cálculo de la demanda diaria

Cálculo de consumos de agua

Tabla 1.6. Consumos de agua.

Concepto					Dotación	Consumo
Cine	4,382.95	m2	5,003	funciones	6 L/función/día	30.0
Mercado	1,495.05	m2	4,186	comidas	12 L/comida/día	62.2
Restaurante	8,483.21	m2	16,118	comidas	12 L/comida/día	193.4
Gimnasio	1,137.08	m2	500	usuarios	150 L/per/día	75.0
Locales	37,843.10	m2	37,843	m2	6 L/per/día	237.1
Tienda Autoservicio	4,766.12	m2	4,766	m2	6 L/per/día	38.6
Consumo diario, m3/día:						636.9

3.3 Cálculo de los gastos hidráulicos de diseño

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\text{Consumo Diario}}{86,400 \text{ seg/día}} =$$

Gasto medio diario, L/s: 7.37

Q máximo diario = 1.2 X Q. medio diario

Gasto máximo diario, L/s: 8.85

Q. máximo horario = 1.5 x Q. máximo diario

Gasto máximo horario, L/s: 13.27

3.4 Cálculo de la toma domiciliaria

La toma se calcula con la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Donde:

d: diámetro en la toma, m.

Q: gasto de proyecto, m³/s.

V: velocidad en la toma, m/s.

Se calcula una toma domiciliaria para todo del Conjunto

Consumo diario	636.9 m ³
Gasto medio diario, L/s:	7.37 L/s
Gasto máximo diario, L/s:	8.85 L/s
Gasto de proyecto:	8.85 L/s
Diámetro de Cálculo:	67.12 mm.
Diámetro comercial:	63.5 mm. (2 1/2")
Velocidad real en la toma:	2.79 m/s.

3.5 Cálculo de volúmenes de almacenamiento dentro del predio

Se calculan 4 (cuatro) cisternas para almacenar 2 días de consumo más la reserva contra incendio.

Cisterna 1: Centro Comercial

Cisterna 2: Cines

Cisterna 3: Gimnasio

Cisterna 4: Cines

Volumen total de almacenamiento:

Consumo diario =	636.9 m ³
x 2 días =	1,273.9 m ³

Reserva contra incendio para el Conjunto:

Gasto = 11.28 L/s
Duración = 60 minutos

Volumen de reserva: 11.28 L/s x 60 min.	40.6 m ³
Total de almacenamiento requerido =	1,112.7 m³

Cisterna 1: Centro Comercial

Consumo diario =	470.7 m ³
x 2 días =	941.4 m ³

Reserva contra incendio para el Conjunto:

Gasto = 11.28 L/s
Duración = 120 minutos

Volumen de reserva: 11.28 L/s x 120 min.	81.2 m ³
Total de almacenamiento requerido =	1,022.6 m ³

Cisterna 2: Cines

Consumo diario:	30.02	m3
x 2 días:	60.04	m3
Más reserva contra incendio:	40.60	m3
Total:	100.64	m3

Cisterna 3: Gimnasio

Consumo diario:	75.00	m3
x 2 días:	150.00	m3
Más reserva contra incendio:	40.60	m3
Total:	190.60	m3

Cisterna 4: Super

Consumo diario:	28.60	m3
x 2 días:	57.19	m3
Más reserva contra incendio:	40.60	m3
Total:	97.79	m3

3.6 Cálculo y diseño de las redes generales de alimentación

Las redes se calculan con el gasto máximo instantáneo obtenido con el Método Probabilístico de Hunter, al 80%. El cuál en este tamaño de desarrollos resulta ser el modelo más cercano al comportamiento diario. Este criterio es parte de la experiencia del desarrollador.

Las pérdidas de carga por fricción se calculan con la fórmula de Hazen-Williams:

$$H = \left[\frac{Q}{c \times d^{2.63} \times 0.017744} \right]^{1.852} \times L$$

Donde:

HF = Pérdida de carga por fricción, m

Q = Gasto de proyecto, L/s

C = Coeficiente de rugosidad

d = Diámetro del conducto, pulg.

L = Longitud del tramo, m

3.7 Diseño del sistema de bombeo

Gasto de proyecto:

Se seleccionarán equipos hidroneumáticos de bombeo para abastecer el gasto máximo instantáneo obtenido por el Método Probabilístico de Hunter.

Carga manométrica total:

Se calcula con la siguiente expresión:

$$HMT = HS + HE + HF + HU$$

Donde:

HMT = Carga manométrica total, m.

HS = Carga de succión, m

HE = Carga estática, m

HF = Pérdida de carga por fricción, m

HU = Carga útil, m

3.8 Sistema de protección contra incendio

Se proyectará un sistema de protección contra incendio a base de rociadores e hidrantes que contará con los siguientes elementos: tomas siamesas, reserva en cisterna, equipos de bombeo con motor eléctrico y de combustión interna, hidrantes con manguera de 30 metros de longitud, extinguidores manuales de polvo químico ABC y areneros en la zona de estacionamiento. El riesgo considerado para este proyecto es alto, esto es regido por las normas técnicas complementarias para el Proyecto Arquitectónico de la gaceta oficial del Distrito Federal. La ocupación es mayor a 250 habitantes y el área mayor a 3,000 m² por lo que para efectos de protección contra incendio, la edificación se considera de alto riesgo.

El sistema contará con tres bombas: una eléctrica, una acoplada a motor de combustión interna (diesel), y una tercera sostenedora de presión "jockey"

Gasto de proyecto 179 GPM
11.28 L/s

3.9 Datos de proyecto:

Tabla 1.7. Resumen Proyecto de agua potable.

Alimentación de agua potable	Total
Consumo diario agua potable, m ³ :	636.9
Gasto medio diario, l/s:	7.37
Coeficiente de variación diaria:	1.2
Gasto máximo diario, l/s:	8.85
Coeficiente de variación horaria:	1.5
Gasto máximo horario, l/s:	13.27
Diámetro toma domiciliaria general, mm:	63.5
Velocidad en la toma domiciliaria, m/s:	2.79

Sistema de protección contra incendio	Total
Reserva contra incendio, m ³ :	40.6
Gasto equipos contra incendio, GPM:	179

4. Alcantarillado sanitario

4.1 Evaluación de los gastos de aportación al drenaje de aguas negras

Aportación diaria de aguas negras: Se considera un coeficiente de retorno al drenaje de 0.80, el cuál está expresado en los manuales de la CONAGUA.

Aportación aguas negras = 0.80 x Consumo diario de aguas negras

Consumo diario agua potable =	636.9	m3/día
Aportación diaria de aguas negras =	509.5	m3/día
Gasto medio =	5.90	L/s
Coeficiente de Harmon =	3.55	
Gasto máximo =	20.94	L/s
Gasto mínimo =	1.66	L/s

El gasto máximo instantáneo de aguas negras se calcularán con el Método de Hunter:

Determinación de Unidades Mueble de Aguas Negras

MUEBLE	U.M.
Excusado privado	3
Lavabo privado	2
Mingitorio	4
Excusado público	8
Lavabo público	2
Tarja	3

4.2 Velocidades permisibles en las tuberías

Se utilizarán las indicadas en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

V mín. =	0.6 m/s
V máx. =	3.0 m/s

La capacidad de las tuberías de drenaje se calcula con la Fórmula de Manning:

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

Donde:

- Q = Gasto del conducto, m³/s.
- A = Área hidráulica, m².
- R = Radio hidráulico, m.
- S = Pendiente hidráulica, m/m.

4.3 Pendientes de diseño

Se utilizarán las indicadas en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal: Es decir, aquellas que producen velocidades dentro del rango establecido.

4.4 Colchón mínimo en tuberías

Se utilizarán los indicados en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

4.5 Descarga sanitaria

El agua pluvial se regulará internamente y se descargará a la red calculando un tiempo de vaciado del tanque de 12 horas.

Gasto de proyecto:	20.94 L/s
Diámetro de tubería propuesto:	20 cm.
Coefficiente de rugosidad:	0.0130
Pendiente en la tubería:	5 milésimas
Gasto a tubo lleno:	23.19 L/s
Tirante real en la tubería:	13.00 cm.
Velocidad a tubo lleno:	0.74 m/s
Velocidad real:	0.81 m/s

Se solicitará una descarga pluvial de: **20 cm (8")**

4.6 Datos de proyecto

Tabla 1.8. Resumen Proyecto de alcantarillado sanitario.

Drenaje sanitario	Total
Tipo de obra	Comercios
Gasto medio, L/s:	5.90
Coefficiente de Harmon (pob equiv.):	3.55
Gasto mínimo, L/s:	1.66
Gasto máximo, L/s:	20.94
Diámetro de descarga a la red, cm:	20

5. Alcantarillado pluvial

5.1 Metodología a emplear

Los gastos pluviales se calculan con el Método Racional Americano:

$$Q = \frac{CiA}{3,600}$$

Donde:

- Q = Gasto pluvial, L/s.
- C = Coeficiente de escurrimiento
- I = Intensidad de lluvia, mm/h.
- A = Área de aportación, m².

Las tuberías se calcularán con la fórmula de Manning:

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

Donde:

- Q = Gasto del conducto, m³/s.
- A = Área hidráulica, m².
- R = Radio hidráulico, m.
- S = Pendiente hidráulica, m/m.

5.2 Evaluación del gasto pluvial a captar dentro del predio

El gasto pico o máximo de aguas pluviales se determinará utilizando el Método Racional Americano (ver expresión en Cap. 5.1)

5.3 Coeficiente de escurrimiento

Se tomará el promedio de los valores típicos para Centros Comerciales.

Coeficiente de escurrimiento = 0.95

5.4 Intensidad de lluvia

Se considera la intensidad de lluvia para un periodo de retorno de 10 años y duración de 60 minutos.

$$i = 44.0 \text{ mm/h}$$

5.5 Tiempo de concentración

Para la determinación del gasto general del Conjunto, se considera un valor para el tiempo de concentración de 60 minutos.

$$T_c = 60 \text{ minutos}$$

5.6 Cálculo y diseño de las bajadas pluviales

Las bajadas se calcularán para una intensidad de 150 mm/h , utilizando el 25% de superficie de la sección transversal de la tubería.

5.7 Cálculo y diseño de las redes generales del sistema

Se utiliza la fórmula Racional Americana.

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de escurrimiento} &= 0.95 \\ \text{Intensidad de lluvia (para 60 minutos duración)} &= 44.0 \text{ mm} \\ \text{Área de aportación (total del predio)} &= 28,664.01 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Gasto pluvial} = 332.82 \text{ L/s}$$

Se calcula un tanque de tormentas para almacenar 30 minutos del gasto máximo pluvial:

$$\text{Volumen: } (332.82 \text{ L/s} \times 30 \text{ minutos} \times 60 \text{ s/min}) = 599.1 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen tanque de tormentas: } 599.1 \text{ m}^3$$

Los excedentes se descargarán a la red, en un periodo de vaciado continuo de 8 horas

$$\text{Gasto de vaciado del tanque} = 20.80 \text{ L/s}$$

5.8 Descarga pluvial

El agua pluvial se regulará internamente y se descargará a la red calculando un tiempo de vaciado del tanque de 12 horas.

Gasto de proyecto:	20.80 L/s
Diámetro de tubería propuesto:	20 cm.
Coefficiente de rugosidad:	0.0130
Pendiente en la tubería:	5 milésimas
Gasto a tubo lleno:	23.19 L/s
Tirante real en la tubería:	15.00 cm.
Velocidad a tubo lleno:	0.74 m/s
Velocidad real:	0.84 m/s
Se solicitará una descarga pluvial de:	20 cm (8")

5.9 Datos de proyecto

Tabla 1.9. Resumen Proyecto de alcantarillado pluvial.

Drenaje pluvial	Total
Área de aportación pluvial, m ² :	28,664.01
Coefficiente de escurrimiento:	0.95
Intensidad de lluvia, mm/h:	44.00
Gasto máximo pluvial, L/s:	332.82
Capacidad del tanque de tormentas, m ³ :	599.08
Gasto de descarga a la red, L/s:	20.80
Diámetro de descarga a la red, cm:	20
Sistema de drenaje a utilizar	Separado
Disposición final de las aguas pluviales	Red municipal
Métodos de cálculo utilizados	Racional

Conclusiones y recomendaciones

Mediante este diseño es importante resaltar los beneficios que se obtienen al buscar un enfoque sustentable:

- Ahorro en el consumo de agua potable
- Menor uso de energía
- Mayor eficiencia de operación
- Mantenimiento fácil

De la misma forma, este centro comercial contará con certificación LEED ya que todos los diseños de ingenierías y arquitectura consideran sumar la cantidad de puntos correspondientes para dicha certificación. En la parte hidráulica se obtienen los puntos necesarios para pasar el filtro requerido. Es necesario dar el correcto mantenimiento para seguir cumpliendo con los estándares de la certificación.

El diseño de instalaciones ha tenido un gran avance en los últimos años. La forma de construir por parte de los ingenieros va evolucionando año con año, normas nuevas se implementan, regulaciones a favor del medio ambiente, materiales nuevos, estamos en un mundo que es todo menos constante. El medio ambiente está marcando pautas que no podemos ignorar. En este trabajo eso fue lo que se logró, un diseño con un balance económico, político y ambiental.

Vivir la experiencia de dirigir un proyecto completo es un gran cierre para este programa de posgrado, llevas a la práctica todo lo que aprendiste. Es muy complejo hacer el diseño completo ya que he aprendido que muchas cosas solo se van perfeccionando con la práctica. En el diseño de proyectos la teoría con la realidad no coincide del todo por lo que es importante no solo entender como diseñar sino también saber en donde estás diseñando. El balance económico, político y ambiental es fundamental para ser un diseñador competitivo, el ingeniero que se estanca en la teoría tiende a salirse del precio promedio en el mercado.

Con este proyecto se obtiene un desarrollo óptimo e integral desde la etapa de diseño hasta la operación y mantenimiento. Siempre se busca dejar los espacios y facilidades correspondientes para un correcto y constante mantenimiento. Las edificaciones tienen una vida útil, no son eternas, pero algo que aprendí con este proyecto y esta especialidad es buscar el diseño óptimo económica, social y ambientalmente hablando. La certificación aumenta el prestigio del inmueble, así como aporta a la sociedad en general por la reducción de impactos negativos al medio ambiente.

Anexo 1. Datos de proyecto

Alimentación de agua potable		Total
Consumo diario agua potable, m3:		636.9
Gasto medio diario, l/s:		7.37
Gasto máximo diario, l/s:		8.85
Gasto máximo horario, l/s:		13.27

Almacenamiento agua servicios, m3		1,273.9
Reserva contra incendio, m3:		40.6
Volumen de cisterna agua potable, m3:		1,314.5
Toma domiciliaria, mm:		63.5
Velocidad en la toma, m/s:		2.79

Sistema de protección contra incendio		Total
Reserva contra incendio, m3:		40.6
Gasto equipos contra incendio, L/s:		11.28

Drenaje sanitario		Total
Descarga media diaria, m3/día:		509.55
Gasto medio, L/s:		5.90
Coefficiente de Harmon (pob equiv.):		3.55
Gasto mínimo, L/s:		1.66
Gasto máximo, L/s:		20.94
Capacidad planta de tratamiento, L/s:		5.90

Drenaje pluvial		Total
Área de aportación pluvial, m2:		28,664
Coefficiente de escurrimiento:		0.95
Intensidad de lluvia, mm/h:		44.0
Gasto máximo pluvial, L/s:		332.82
Volumen tanque de tormentas, m3:		599.08

Anexo 2. Cédula de materiales

SISTEMA	TUBERÍAS										CONEXIONES						JUNTAS										
	Policloruro de vinilo cobrado (CPVC)	Polipropileno copolímico random (Tuboplus)	Hierro galvanizado cédula 40 ASTM A796	Gas tipo LP	Poliéster de alta densidad (ADS o similar)	PVC sanitario de Norma	PVC hidráulico RD-26	Acero negro céd. 40 con costura ASTM A53	Acero negro céd. 10 ASTM A53 ranurado	Hierro fundido con uniones mecánicas tipo TAR	CPVC cementar	PVC sanitario de norma cementar	PVC hidráulico RD 26 cementar	Gas LP	Galvanizadas	Hierro fundido sin campana	Poliéster de alta densidad	Hierro ductil ranurada tipo Victaulid	Acero al carbón soldable	Polipropileno copolímico random (Tuboplus)	Soldadas	Termosoldadas	Mecánicas con abrazadera de acero inoxidable	Mecánicas con campana	Roscadas	Cementadas	Coples mecánicos tipo Victaulic
Alimentaciones agua potable de 13 mm (1/2") a 75 mm (3")	X																		X	X							
Alimentaciones agua potable de 100 mm (4")		X											X											X			
Alimentaciones agua potable mayores de 100 mm (4")		X											X										X				
Drenaje sanitario, ramaleos interiores					X					X														X			
Drenaje sanitario, bajadas de aguas negras hasta 150mm de diámetro								X							X							X					
Drenajes sanitario, bajadas negras de 200mm y mayores							X											X									
Sistema de ventilación de 38, 50 y 100 mm (1 1/2", 2" y 4")					X					X															X		
Sistema de ventilación de 64 y 76 mm (2 1/2" y 3")						X					X														X		
Drenaje pluvial hasta 150 mm verticales								X							X							X					
Drenaje pluvial 200mm y mayores							X											X									
Drenaje enterrado				X											X								X				
Protección contra incendio aérea 50 mm y mayores								X									X									X	
Cuarto de máquinas protección contra incendio								X									X									X	
Gas LP			X									X							X								
Riego	X									X			X							X					X		

Anexo 3. Planos y detalles (Elaboración propia)

Figura 1.1. Hidráulica toma domiciliaria

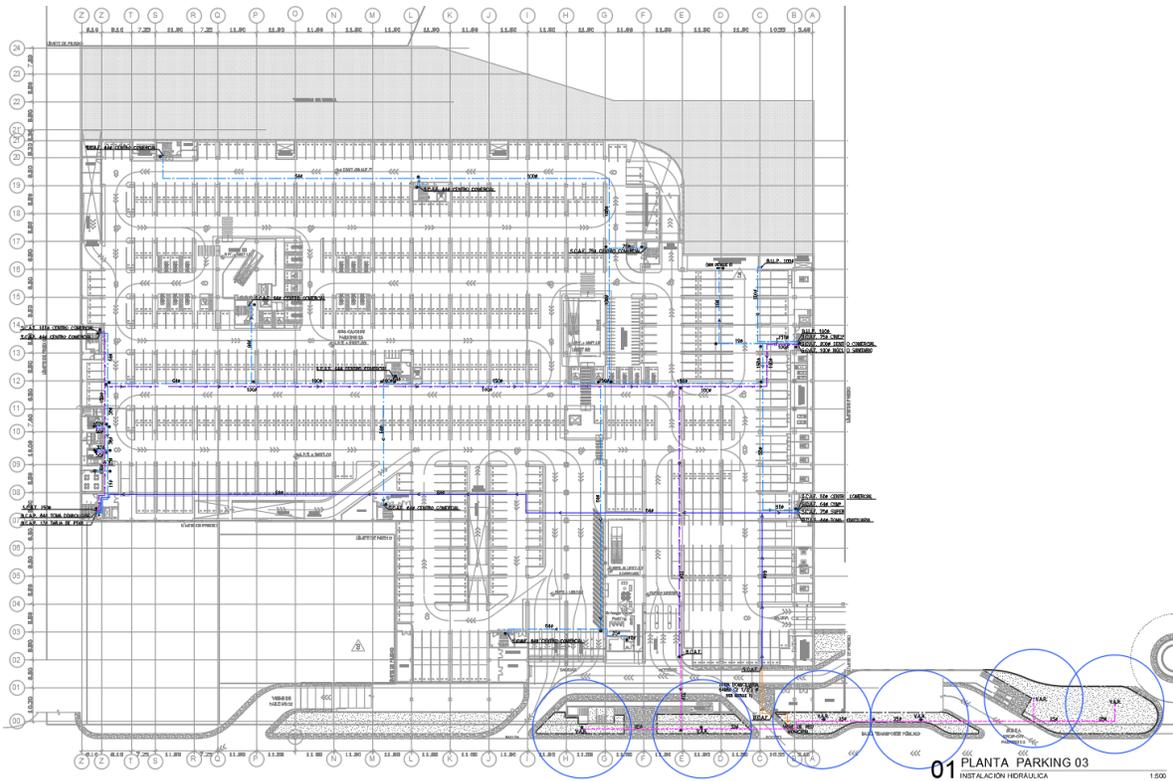
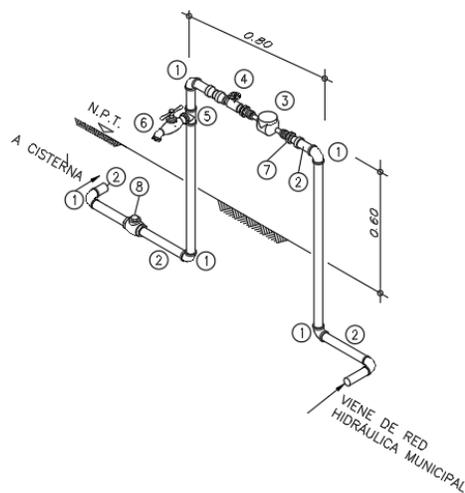


Figura 1.2. Detalle toma domiciliaria



CUADRO TOMA DOMICILIARIA GENERAL		
NUMERO	DESCRIPCION	DIAMETRO (mm)
1	CODO HIERRO MALEABLE ROSCADO	64
2	TUBO Fo.Go. CED.40 S/COSTURA	64
3	MEDIDOR DE FLUJO EXT. ROSCADOS	64
4	VÁLVULA COMPUERTA EXT. ROSCADOS	64
5	TEE HIERRO MALEABLE EXT. ROSCADOS	64
6	LLAVE DE MANGUERA	13
7	TUERCA UNIÓN HIERRO MALEABLE	64
8	VÁLVULA CHECK Fo.Go.	64

S/E
DOMICILIARIA

Figura 1.3. Cisternas agua potable

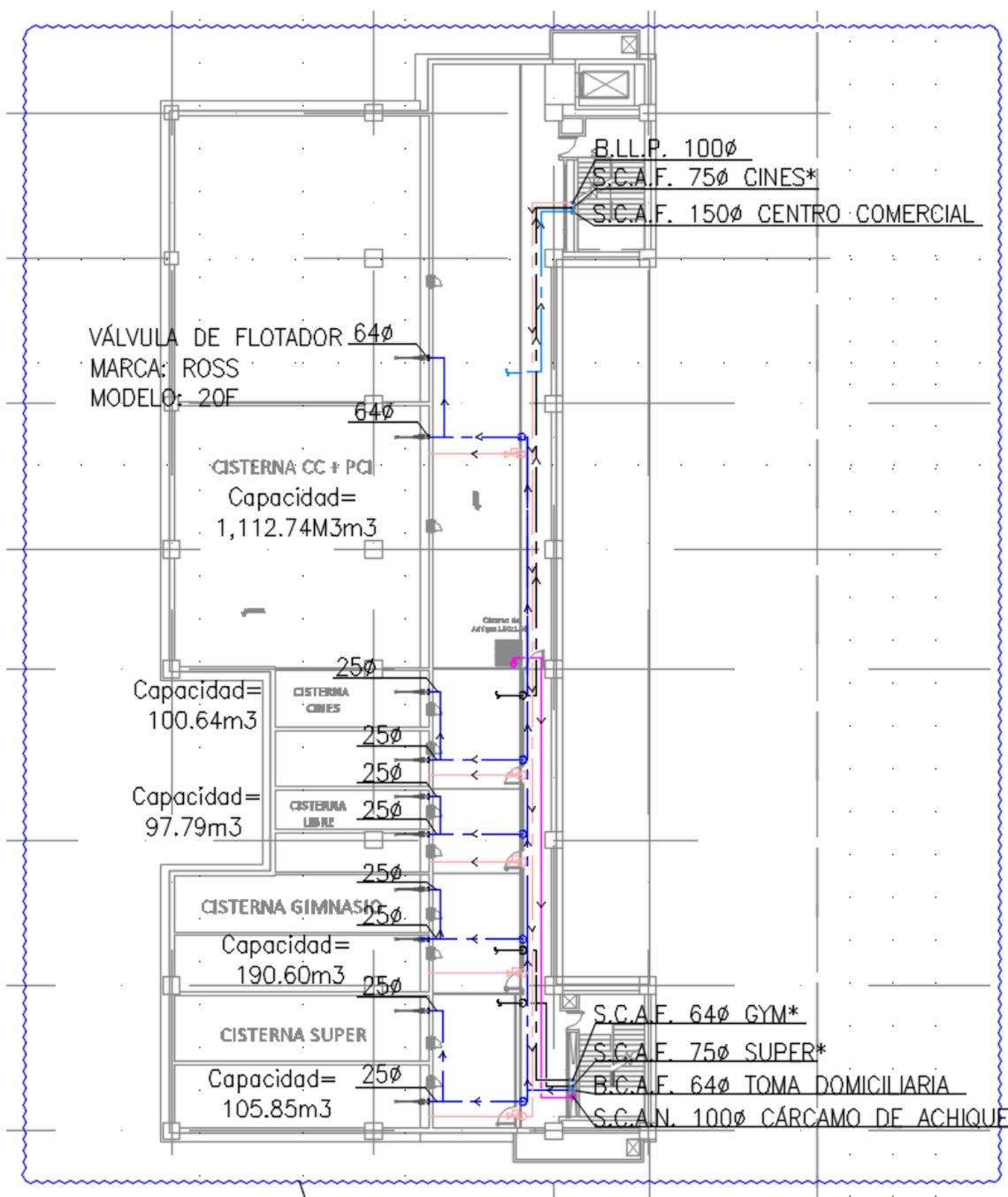


Figura 1.6. Diagrama de agua potable

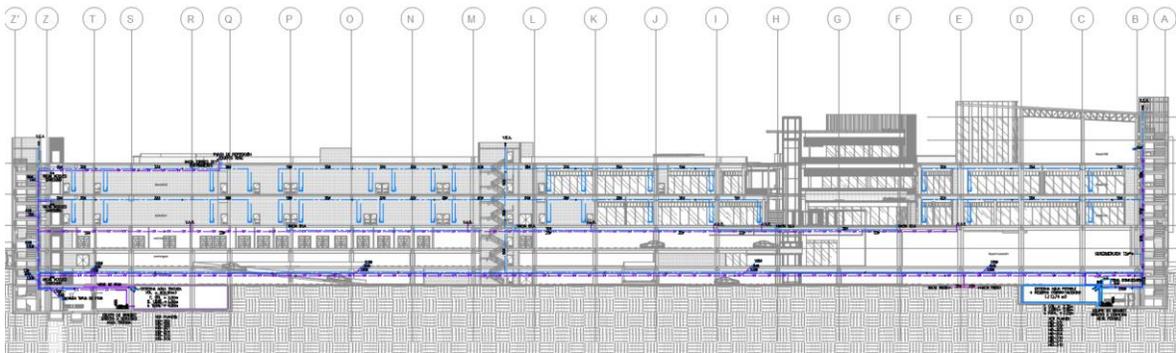


Figura 1.7. Solución núcleo sanitario (agua potable)

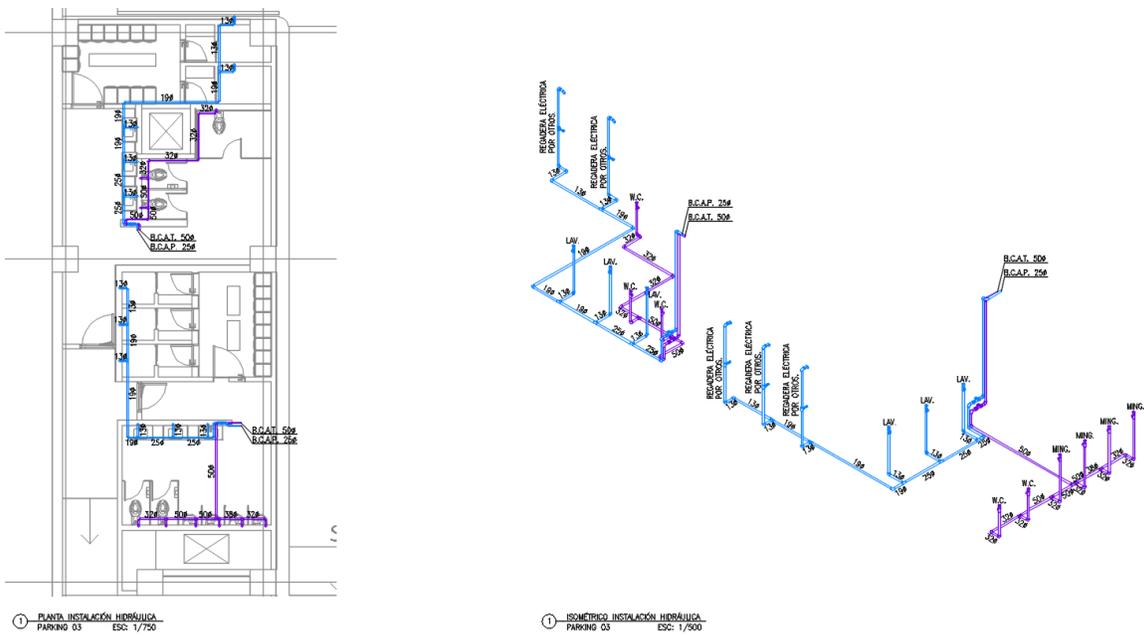


Figura 1.8. Diagrama drenaje sanitario



Figura 1.9. Solución núcleo sanitario (drenaje)

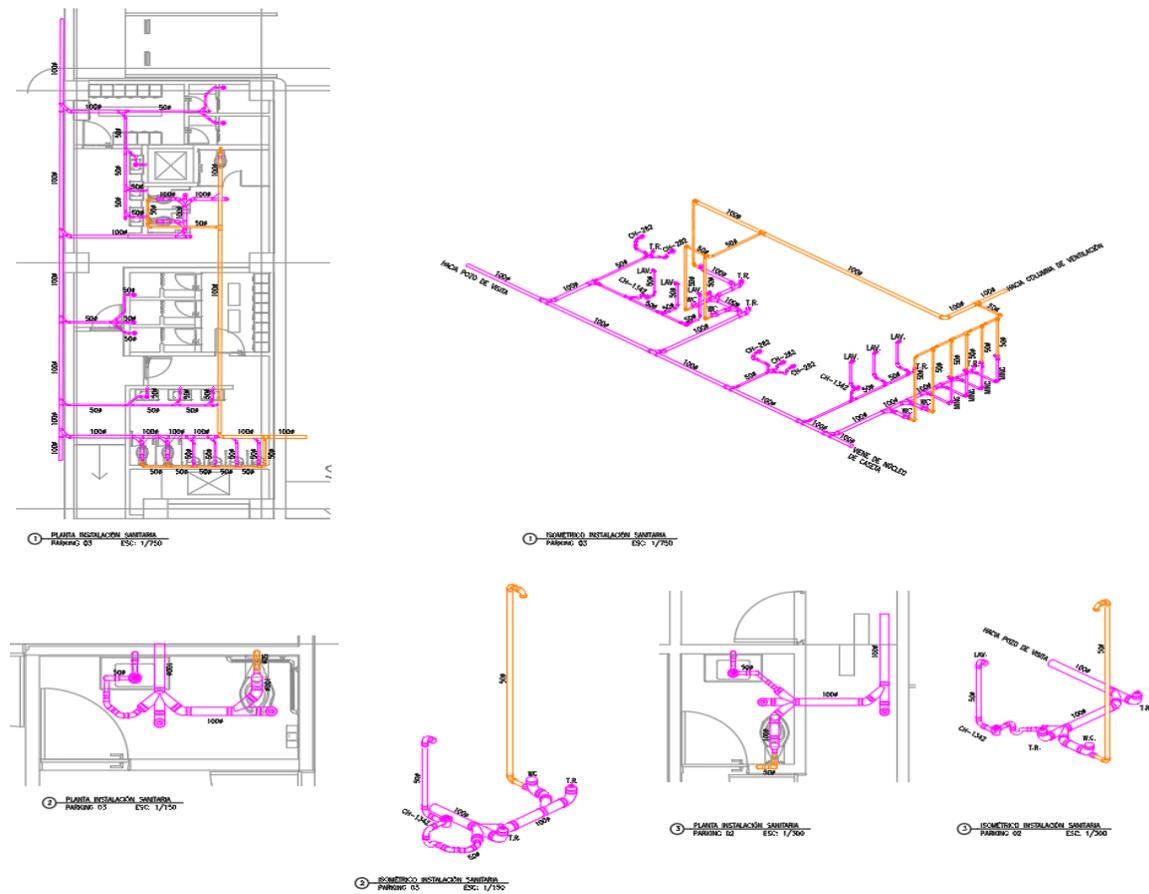


Figura 2.0. Diagrama drenaje pluvial

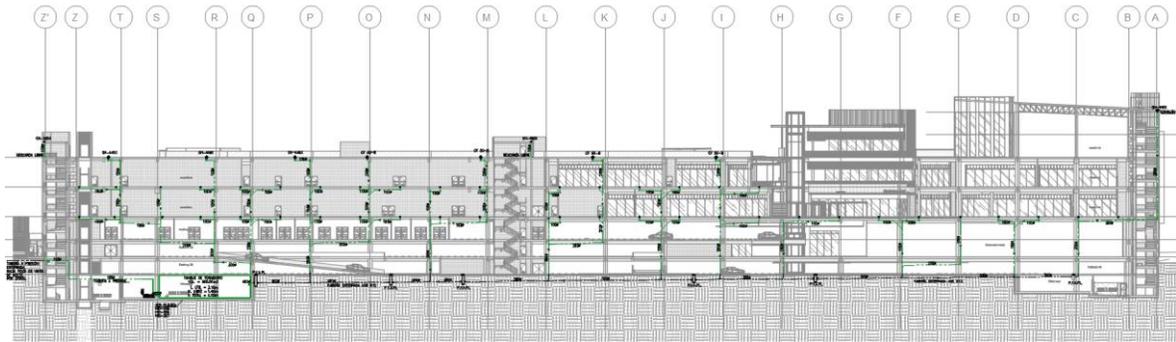


Figura 2.1. Tanque de tormentas

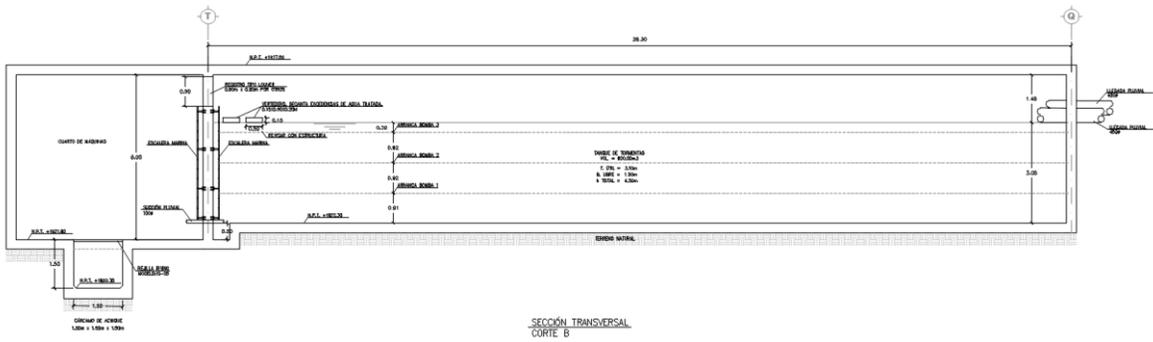


Figura 2.2. Diagrama protección contra incendio

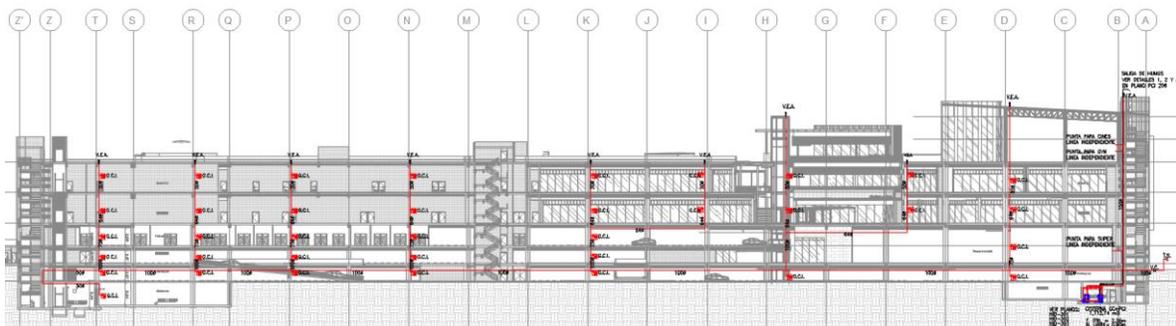
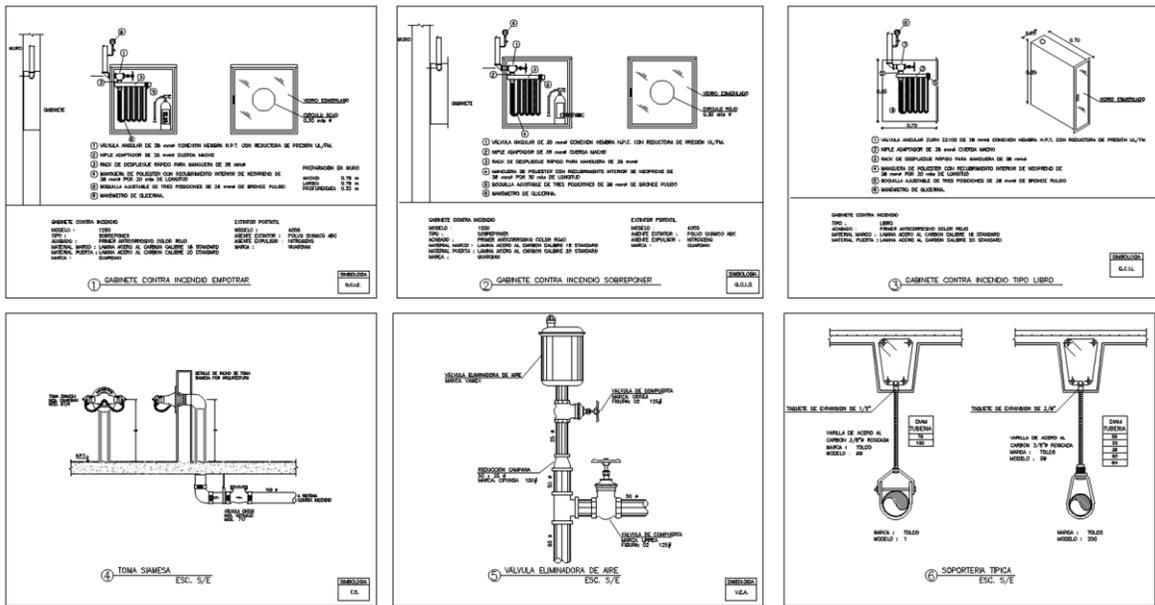


Figura 2.3. Planos de detalle



Índice de tablas

Tabla 1.1. Sitios de la Red Nacional de Monitoreo, 2010.

Tabla 1.2. Cálculo consumos Agua Potable.

Tabla 1.3. Cálculo consumos Agua Tratada.

Tabla 1.4. Costos certificación LEED.

Tabla 1.5. Créditos LEED.

Tabla 1.6. Consumos de agua.

Tabla 1.7. Resumen Proyecto de agua potable.

Tabla 1.8. Resumen Proyecto de alcantarillado sanitario.

Tabla 1.9. Resumen Proyecto de alcantarillado pluvial.

Índice de figuras

Figura 1.0. Croquis de ubicación del predio

Figura 1.1. Hidráulica toma domiciliaria

Figura 1.2. Detalle toma domiciliaria

Figura 1.3. Cisternas agua potable

Figura 1.4. Corte cisterna agua potable

Figura 1.5. Cuarto de máquinas

Figura 1.6. Diagrama de agua potable

Figura 1.7. Solución núcleo sanitario (agua potable)

Figura 1.8. Diagrama drenaje sanitario

Figura 1.9. Solución núcleo sanitario (drenaje)

Figura 2.0. Diagrama drenaje pluvial

Figura 2.1. Tanque de tormentas

Figura 2.2. Diagrama protección contra incendio

Figura 2.3. Diagrama drenaje pluvial

Referencias

RAMOS FRANCO, Javier. *Obtención de modelos de calidad del agua para el embalse Villa Victoria, Estado de México, aplicando técnicas de percepción remota*. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

Ubicación del predio:

<https://www.google.com/maps/place/Blvd.+Antonio+Rocha+Cordero+157,+Tierra+Blanca,+San+Luis,+S.L.P./@22.1149465,-100.9856234,18.08z/data=!4m5!3m4!1s0x842a98836bed2c23:0x2eb1c2eeb4901241!8m2!3d22.1149533!4d-100.9852188>

Ley de Aguas del Distrito Federal.

Reglamento de Construcciones para San Luis Potosí.

NADF-015-AGUA-2009, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de procesos y servicios al sistema de drenaje y alcantarillado del Distrito Federal, provenientes de las fuentes fijas.

NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Reglamento de Construcción para la Ciudad de San Luis Potosí, SLP.

Normas Técnicas Complementarias para instalaciones de agua potable y drenaje

NPC National Plumbing Code

NFPA National Fire Protection Association

ASME American Society of Mechanical Engineers

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento