

2019

EVACUACIÓN PAVIMENTACIÓN Y AGUAS LLUVIAS PARA CONJUNTO RESIDENCIAL

LIZANA VIVANCO, MARÌA FERNANDA

<https://hdl.handle.net/11673/48057>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**EVACUACIÓN PAVIMENTACIÓN Y AGUAS LLUVIAS PARA CONJUNTO
RESIDENCIAL**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
PROYECTOS DE INGENIERÍA

Alumna:

María Fernanda Lizana Vivanco

Profesor Guía:

Sr. Augusto Vargas Schöler

RESUMEN

KEYWORDS: EVACUACIÓN DE AGUAS- PAVIMENTO AGUAS LLUVIAS
SISTEMA DE DRENAJE.

Las aguas lluvias son aguas precipitadas por épocas de lluvia, que mediante un sistema de drenaje se hacen evacuar por medio de tuberías instaladas bajo el pavimento con el fin de direccionarlas hasta un sistema central, las cuales son cámaras que se instalarán en puntos estratégicos que luego llegarán al tranque donde desembocarán.

El proyecto consiste en modernizar un Conjunto Residencial de casas, a través de un sistema para solucionar los problemas de drenaje de las aguas lluvias en el sector.

En el capítulo 1 se entregará la ubicación de este proyecto, el tipo de sistema de aguas lluvias instalado y la correspondiente pavimentación a realizar a la urbanización que ya posee, además, se dará conocer las normativas establecidas por las entidades correspondientes que participen en todo el proceso de este sistema. Finalmente se dará solución al problema que afecta a los residentes del Conjunto Residencial ubicado en Curauma, región de Valparaíso.

En el capítulo 2 se dará énfasis a la base de cálculos del sistema de drenaje de aguas pluviales, además del diseño estructural y cálculos básicos para la construcción de losas basadas en el manual de carreteras volumen 4 y 5.

Se entregarán los detalles de ingeniería que contemplara la planimetría del proyecto, planos topográficos, planos de construcción y, además, se detallara las maquinarias a utilizar en el desarrollo de este proyecto. También se elaborará un presupuesto del proyecto, con el fin de tener un estimativo cuando sea viable y puesto en marcha el proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES	
1. ANTECEDENTES GENERALES	5
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
1.1.1. Objetivo general	5
1.1.2. Objetivos específicos	5
1.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR	6
1.2.1. Ubicación el proyecto	6
1.3. Descripción de la solución	7
1.4. CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMA DE EVACUACIÓN	7
1.4.1. Destino de las aguas	7
1.4.2. Colectores	8
1.5. PAVIMENTACIÓN	8
1.5.1. Generalidades	8
1.6. PAVIMENTO A UTILIZAR	9
1.6.1. Antecedente para diseño de pavimentos de hormigón	10
1.7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	10
1.7.1. Reglamentación	10
1.7.2. Discrepancia entre documentos	11
1.7.2.1.Experiencia	11
1.7.2.2.Obras de cargo del contratista	12
1.7.2.3.Planos y construcción de las obras	12
1.7.3. Construcción de pavimentación	13
1.7.4. Término de obras	14
1.7.4.1.Movimiento de tierras	14
1.7.4.2.Excavaciones	14
1.7.4.3.Rellenos y compactación	16
1.7.4.4.Retiro de excedentes	17
1.7.5. Suministro y colocación de tuberías	17
1.7.6. Obras de hormigón	18
1.7.6.1.Cámaras de inspección tipo b, con decantador	18
1.7.6.2.Cámaras de inspección para drenes	19
1.7.6.3.Tapas circulares para calzadas	19
1.7.6.4.Escalines	19

1.7.6.5.Sumideros de aguas lluvias	19
1.7.6.6.Rejillas de sumideros	20
1.7.6.7.Refuerzo en cruces	20
1.7.7. Relleno	20
1.7.7.1.Geotextil	21
1.7.7.2.Tuberías de recolectora	21
1.7.7.3.Verificaciones mediante Revisión Visual	21
1.7.7.4.Verificación del asentamiento y pendientes	21
1.7.7.5.Pruebas de cámaras de inspección	22
1.7.7.6.Mantenición	22
CAPÍTULO 2: DESARROLLO Y PROPUESTA	23
2. INTRODUCCIÓN	25
2.1. PLANO DE TERRENO	25
2.2. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA	26
2.3. ELECCIÓN DE PERIODO DE RETORNO	28
2.4. CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS	28
2.4.1. Condición hidráulica de calles y sumideros	29
2.4.2. Diseño de la red de colectores	29
2.4.2.1.Criterios hidráulicos considerados.	30
2.4.2.1.Verificación de diámetros	32
2.4.2.2.Verificación de la velocidad	33
2.5. CARÁCTERISTICA DE LA PAVIMENTACIÓN	34
2.5.1. Cálculo estructural del pavimento	34
2.5.2. Diseño Pavimento de hormigón	34
2.5.2.1.Calzada Calle Colina Verde (Vía tipo Servicio)	34
2.5.2.2.Calzada Av. Curauma Sur (Vía tipo Colectora)	35
2.5.2.3.Calzada Calle 1 (Vía tipo Local)	35
2.5.2.4.Calzada Pasaje 1 (Vía tipo Pasaje)	35
2.5.2.5.Veredas	35
2.5.2.6.Soleras	36
2.6. PLANIMETRÍA	36
2.6.1. Planos topográficos	36
2.6.2. Plano construcción	38
2.7. CARTA GANTT	40
2.8. PRESUPUESTO	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Ubicación del conjunto residencial, Curauma
- Figura 1-2. Ubicación del conjunto residencial, Curauma
- Figura 1-6. Elementos principales para la construcción de pavimentos
- Figura 2-1. Croquis ubicación.
- Figura 2-2. Planos Autocad.
- Figura 2-3. Planos Autocad.
- Figura 2-4. Planos Autocad.
- Figura 2-5. Planos Autocad.
- Figura 2-6. Planos Autocad.
- Figura 2-7. Planos Autocad.
- Figura 2-8. Planos Autocad.
- Figura 2-9. Planos Autocad.
- Figura 2-10. Planos Autocad.

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 2-1. Coeficiente de escorrentía para zonas urbanizadas.
- Tabla 2-2. Coeficiente de escorrentía.
- Tabla 2-3. Coeficiente de escorrentía por áreas.
- Tabla 2-4. Períodos de retornos para diseño.
- Tabla 2-5. Capacidad hidráulica.
- Tabla 2-6. Especificaciones hidráulicas por área.
- Tabla 2-7. Cálculos de criterios hidráulicos por áreas.
- Tabla 2-8. Cálculo hidráulico total del sector.
- Tabla 2-9. Presupuesto de materiales y señalética.
- Tabla 2-10. Presupuesto maquinaria.

SIGLA Y SIMBOLOGÍA**SIGLA**

AASHTO	:	Guía de diseño para Hormigón.
MEPDG	:	Guía de diseño empírico mecanicista.
SERVIU	:	Servicio de viviendas y urbanismo.
MINVU	:	Ministerio de Viviendas y Urbanismo.
ITO	:	Inspección técnica de obras.
INN	:	Instituto Nacional de Normalización.
CBR	:	Ensayo de Relación de Soporte de California.

INTRODUCCIÓN

En el proyecto de urbanización es de suma importancia considerar las soluciones de los problemas producidos por las aguas lluvias en la comuna de Curauma, como también los elementos técnicos necesarios, que deberán ser detallados de manera precisa en la presente tesis.

Es importante destacar que, para este tipo de proyecto, la solución más efectiva es involucra colectivamente diferentes tramos de la urbanización, los cuales darán a conocer resultados positivos, adecuados estéticamente al sector y al entorno que lo rodea.

Ante la participación mencionada en el párrafo anterior, se dispondrá de las mejores prestaciones en maquinaria e insumos necesarios para la pavimentación correspondiente, adaptándolo fielmente al perfil del proyecto para la apta evacuación de aguas lluvias, cumpliendo así las normativas que se deben considerar al momento de la ejecución del proyecto

En el capítulo uno, se expondrá los objetivos a grandes rasgos como la descripción del área en donde se ejecutará el proyecto, además de la documentación y las soluciones a los inconvenientes presentados, ya que, no cuentan con ningún sistema de drenajes ni pavimentación correspondiente. Por lo que este proyecto se inspiró, para prevenir posibles inundaciones y mejorar los cánones de vida y urbanización en el sector.

En el capítulo dos, se ejecutará los detalles de ingeniería, en la cual se realizarán cálculos hidráulicos para el sistema de drenaje y permeabilidad con la que deberá contar la pavimentación, donde se desarrollarán cálculos de resistencia necesarios debido a que algunas calles son avenidas principales.

También se presentará en profundidad, el presupuesto del proyecto desglosado en sistema de drenaje, pavimentación y maquinaria a utilizar.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

1. ANTECEDENTES GENERALES

Se mencionará la situación inicial del proyecto y los objetivos para llevar a cabo las mejoras a realizar en el Conjunto Residencial de viviendas.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Desarrollar un sistema de evacuación de aguas lluvias para un Conjunto Residencial de casas con el fin de renovar el procedimiento que se encontraba establecido.

1.1.1. Objetivo general

Diseñar y situar el sistema de Evacuación de aguas lluvias del proyecto de Pavimentación "Las Brisas".

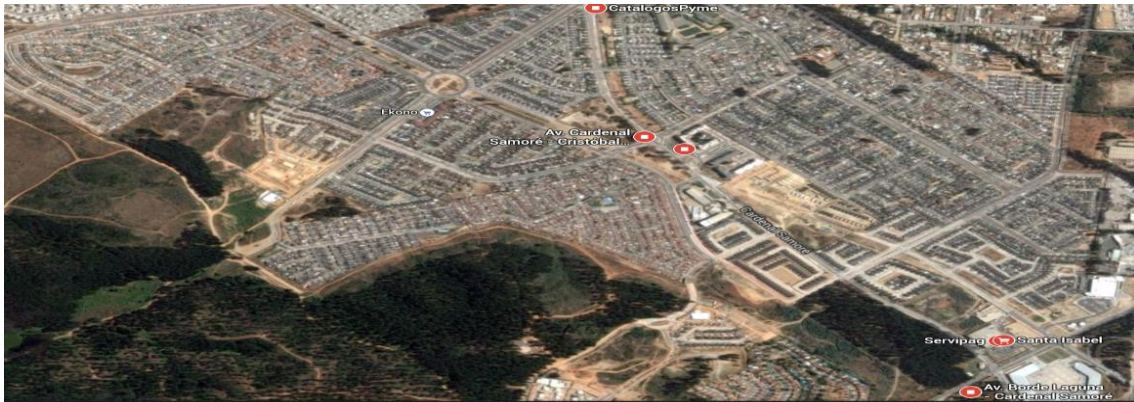
1.1.2. Objetivos específicos

- Generar la planimetría de las instalaciones para los sistemas de drenajes para aguas lluvias del proyecto de pavimentación Las Brisas.
- Cubicar la construcción referente a la pavimentación y sistemas de evacuaciones de aguas pluviales a instalar para el Conjunto Residencial Las Brisas de Curauma III.
- Costear el proyecto de construcción correspondiente al diseño de pavimentación de las calzadas, calles, sistema de evacuaciones de aguas pluviales para el Conjunto Residencial Las Brisas de Curauma III.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

La comuna de Curauma está creada bajo el diseño de ciudad planificada en un punto estratégico entre las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar hacia la costa.

Pertenece administrativamente a la comuna de Valparaíso, alcanzando una población de cerca de 23.000 habitantes en la región de Valparaíso.



Fuente: google earth versión profesional 2016.

Figura 1-1. Ubicación del Conjunto Residencial, Curauma.

1.2.1. Ubicación el proyecto

Se sitúa en la localidad de Curauma, que se emplaza en la comuna de Valparaíso, región de Valparaíso. La locación del proyecto a realizar se encuentra en Av. Cardenal Samoré con Av. Colina verde.



Fuente: google map versión 2016.

Figura 1-2. Imagen del Condominio Las Brisas.

1.3. Descripción de la solución

El proyecto consiste en dimensionar la red de evacuación de aguas lluvias que recibirán los caudales captados por los sumideros proyectados, los que se ubicaron estratégicamente para cumplir con la normativa vigente. Las aguas captadas se conducirán a través de colectores proyectados hacia un colector existente de diámetro 900 mm perteneciente al Proyecto Las Brisas II; éste descarga finalmente en una obra de arte que conduce las aguas al Tranque la Luz.

Se proyectan, además, cámaras de inspección con sedimentador para garantizar el funcionamiento de la red y facilitar la limpieza de ésta.

Las características descritas se indican en las especificaciones técnicas correspondientes y en los planos del proyecto.

1.4. **CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMA DE EVACUACIÓN**

Se deben considerar criterios básicos que se orientan en la solución de drenaje y aguas lluvias de la zona a urbanizar. Los proyectos deben satisfacer al menos los siguientes criterios:

- Cumplir con el sistema general de drenaje y la capacidad de los colectores establecidos en el plan maestro de aguas lluvias.
- Evitar la inundación de calles y viviendas.
- Respetar el sistema de drenaje natural de la zona, el trazado de las quebradas y cauces naturales que existan.

1.4.1. Destino de las aguas

En este proyecto, el sistema de recolección de aguas lluvias tiene como destino final su descarga en el tranque La Luz en la comuna de Curauma.

1.4.2. Colectores

La función de éstos consiste en ser parte de la red secundaria de un sistema de aguas lluvias, el cual está formado por diversos elementos que actúan captando, reteniendo, almacenando, conduciendo, además de entregando las aguas generadas en la urbanización. Los elementos de conducción normalmente reciben el nombre de colectores y pueden ser superficiales o subterráneos.

En este proyecto se utilizará un tipo de colector subterráneo, ya que permite utilizar el suelo para otros usos y facilita la urbanización de sectores de alta densidad o pocas áreas verdes. Además conduce las aguas lluvias y las aguas servidas simultáneamente, de manera que en los sistemas unitarios, ésta es la única alternativa urbanamente aceptable.

1.5. PAVIMENTACIÓN

Se entiende por pavimento la capa superior del firme del conjunto de los elementos que componen el suelo de la vía pública, es decir, las calzadas, aceras, bandas de estacionamiento, bulevares, etc.

1.5.1. Generalidades

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, lo que quiere decir, que se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocarán en las terracerías que son de materiales más comunes encontrados en la naturaleza y en consecuencia resultan más económicos.

La división se hará en capas que obedecen a un factor económico, ya que cuando determinemos el espesor de una capa el objetivo es dar un grosor mínimo que reduzca el esfuerzo sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo

dependerá del material que las constituyen, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo. Dos factores importantes son la compactación y la humedad, ya que por efecto de las cargas, es ahí donde se producen deformaciones permanentes.

Esta obra se encuentra involucrada en la pavimentación de CALZADAS Y VEREDAS del Conjunto Residencial Las Brisas de Curauma III.

1.6. PAVIMENTO A UTILIZAR

Se debe realizar el diseño de un pavimento de hormigón, para el cual se utilizará métodos de diseño mecanicista puro o empírico-mecanicista, los que permiten estimar el espesor de la losa requerida para cumplir con las expectativas de uso del pavimento.

El método mecanicista basa su estimación para el diseño puramente en la acción repetitiva de las cargas determinando las fallas por fatiga en los puntos más críticos de una losa y que permiten establecer un espesor que minimice las tensiones producto de esta condición.

El método empírico-mecanicista que se usará está basado en la Guía de diseño AASHTO 98, que determina el espesor mediante ecuaciones determinadas de manera mecanicista, pero ajustadas y calibradas al comportamiento de tramos de prueba de pavimentos de ensayo y en uso y que permiten establecer un espesor que cumpla criterios de serviciabilidad durante la vida útil del proyecto.

En los últimos años AASHTO ha estado desarrollando la Guía de Diseño Empírico Mecanicista (MEPDG), la que es una amplia mejora a la actual metodología AASHTO en versión 1998.

Cualquiera sea el método de diseño, se considera que el efecto de deterioro del pavimento ocurre cuando la losa presenta agrietamiento por cargas que la subdividen en partes menores, como primer criterio de determinación de espesores. A nivel de la evaluación del pavimento en su conjunto (todas las losas que lo componen), la falla de una losa muy probablemente no implique que el pavimento se encuentre inadecuado para su empleo. Sin embargo, una vez que una losa falla, el tiempo que demora en producirse una falla generalizada y el colapso de la vía, sin haber una evaluación y eventuales medidas correctivas de por medio, podría llegar a ocurrir en un plazo muy corto.

1.6.1. Antecedente para diseño de pavimentos de hormigón

Para realizar el diseño de un pavimento rígido, se debe contar con conocimiento de los métodos disponibles y del comportamiento que tendrá el hormigón, como con información mínima confiable que permitirá realizar la mejor aproximación de variables de entrada que lleven a un diseño de calidad que asegure la vida útil del pavimento.

En este párrafo se indican los parámetros que se deben considerar para la realización del diseño de un pavimento de hormigón.

1.7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En esta sección se indicarán por etapas las especificaciones técnicas para la construcción del pavimento, además de la instalación de aguas lluvias, además de definir su conexión al sistema ya existente de la residencial.

1.7.1. Reglamentación

Se especificarán las normativas a utilizar según corresponda el manual que se requirió para cada diseño e instalación tanto de pavimentación y aguas lluvias.

-Las instalaciones domiciliarias de aguas lluvias se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en:

- “Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos”, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- “Manual de Pavimentación y Aguas Lluvias”, SERVIU.
- Disposiciones e instrucciones que establecen los fabricantes de materiales y equipos que se usarán en la obra, para su correcta instalación y puesta en servicio.
- Normas INN y de la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización, en lo que proceda.
- Además, en cuanto no se opongan a estas especificaciones, se deberá cumplir con las disposiciones y exigencias del Propietario y de los arquitectos.

-Como una seguridad contra accidentes, el contratista deberá tener presente en forma especial las siguientes normas del I.N.N.:

- 348 Of. 53 Prescripciones generales acerca de andamios y cierres provisionales.
- 349 Of. 55 Prescripciones de seguridad en las excavaciones.
- 436 Of. 51 Prescripciones generales acerca de la prevención de accidentes del trabajo.
- 351 Of. 56 Prescripciones generales de seguridad para escaleras portátiles de madera.

De todas las normas citadas en estas especificaciones, se supondrá válida la última versión vigente a la fecha de construcción de las obras. Salvo indicación expresa en contrario, las Normas Chilenas emitidas por el I.N.N. prevalecerán sobre las de otra procedencia.

1.7.2. Discrepancia entre documentos

Cualquiera anotación o indicación hecha en las especificaciones y que no está en los planos, o detallada en éstos y no anotada en las especificaciones, se tomará como anotada y especificada en ambos.

En el caso de diferencia entre los planos y las especificaciones, predominarán las indicaciones de los planos. En los planos, las cotas prevalecerán sobre los dibujos y los planos de detalle sobre los generales.

1.7.2.1.Experiencia

El Contratista deberá acreditar haber tenido la experiencia suficiente en construcción de instalaciones.

Igualmente deberá demostrar que ha mantenido en esas construcciones buenas relaciones, adecuada disposición de coordinación y solución de problemas, con las empresas y personal que realizaron las instalaciones de otros tipos.

En caso de pedirlo el propietario, deberá presentar certificados sobre estos requisitos que se han estipulado.

Obligaciones del contratista con el mandante.

Es obligación del Contratista informar oportunamente al Propietario sobre todas aquellas disposiciones reglamentarias que rigen sobre iniciación, construcción y término de estas instalaciones domiciliarias, para que cumpla en todo con ellas.

El contratista será exclusivamente responsable ante el Propietario de cualquier problema que pueda originársele a éste, por incumplimiento de estas obligaciones.

1.7.2.2.Obras de cargo del contratista

Será de cargo del contratista lo siguiente:

La tramitación ante los organismos correspondientes de todo aquello relacionado con la iniciación, construcción y término de la ejecución de las instalaciones domiciliarias. Incluye eventuales pagos de aprobación e inspección, a los valores que dichos organismos fijen.

El replanteo general al iniciar la obra, para verificar lo establecido en el proyecto. Si hubiere diferencias, deberá informarlo a la Inspección Técnica de la Obra (ITO) y al proyectista, para que den las instrucciones que eviten cualquier atraso posterior.

El pago de impuestos, leyes sociales, seguros de accidentes e incendios, fletes, roturas y reposición de pavimentos y otros.

Todos los materiales y elementos necesarios para construir las instalaciones domiciliarias contempladas en los proyectos. Deberá responsabilizarse de contar con el oportuno suministro de éstos, a fin de no entorpecer, interferir o atrasar otras obras de construcción.

El cumplimiento de otras condiciones que pueda fijar el propietario en las bases de la propuesta.

La colocación de la totalidad de los artefactos indicados en los planos de instalaciones y en las condiciones establecidas en los planos y especificaciones técnicas de arquitectura.

1.7.2.3.Planos y construcción de las obras

Los planos que ahora se entregan tienen el carácter de informativos, ya que puede haber ajustes o modificaciones en la obra.

El proyecto definitivo se hará al terminar la obra, y su elaboración será responsabilidad del contratista. En los planos de construcción o definitivos, deberán estar incorporadas las modificaciones que pudieren haberse producido durante la construcción, información que será de su exclusiva responsabilidad.

En los planos de construcción, el contratista deberá indicar claramente la ubicación de descargas, cámaras de inspección y otros, con los detalles que se justifiquen y estimen necesarios para una adecuada operación y mantenimiento posterior.

1.7.3. Construcción de pavimentación

El Contratista deberá construir las obras según los planos informativos, respetando diámetros y trazados, además de cumplir con lo establecido en el Manual. Deberá verificar puntos de referencia y demás elementos indicados en los planos, para estos fines.

Será obligación del contratista obtener todos los antecedentes referentes a conductos y canalizaciones existentes en el sector, y deberá verificar la existencia de interferencias para la ejecución de los trabajos.

En caso de dudas sobre uniones de cañerías entre sí o que se relacionen con otras instalaciones de la casa, deberá consultarlo con la Inspección Técnica de la Obra (ITO) y el proyectista, si procediere.

El contratista no podrá efectuar modificaciones a los proyectos o ejecutar obras extraordinarias sin la autorización previa de la ITO y la conformidad de los proyectistas, si corresponde. Cuando sea necesario se deberá presentar planos justificativos de la modificación que se pretende realizar, los cuales serán confeccionados por el Contratista.

Será obligación del Contratista preocuparse oportunamente que las pasadas de ductos en losas, vigas y muros sean ubicadas correctamente durante la ejecución de la Obra gruesa. Cuando estas pasadas cruzan por estructuras resistentes, deberá verificarse con el Calculista y dejar constancia en el libro de obra de ello con la conformidad de la ITO.

El contratista deberá incluir en la ejecución de sus obras todo lo que corresponde a picado y retape en losas, muros y otros, afectados por la construcción de ellas.

En cuanto a la calidad de los materiales, artefactos y componentes, el contratista deberá utilizar en estas instalaciones solamente aquellos que cumplan con lo establecido en el manual. De no ser así, la ITO podrá obligarlo a rehacer lo ejecutado, sin cargo alguno para el propietario.

1.7.4. Término de obras

Se considerará que el contratista ha terminado todos los trabajos de instalaciones domiciliarias una vez que éstos sean recibidos por la ITO. Para ello, deberá entregar los correspondientes certificados de recepción y los planos de las instalaciones definitivamente construidas.

1.7.4.1. Movimiento de tierras

Las siguientes especificaciones tienen validez siempre y cuando no contradigan lo indicado en el Estudio de Mecánica de Suelos, en caso de discrepancia prevalecerá este último.

1.7.4.2. Excavaciones

Las zanjas para colocar las tuberías se ejecutarán de acuerdo con los trazados indicados en los planos del proyecto.

Las cañerías de la red de aguas lluvias se instalarán en zanjas abiertas, teniendo presente que la profundidad mínima de excavación será tal que el relleno sobre la clave de la tubería sea de a lo menos 1,00 m.

La profundidad se entiende medida desde el nivel de la rasante que se indica en el proyecto de pavimentación. Estas dimensiones podrán variar si la ITO así lo estima conveniente, pero siempre respetando la altura mínima de relleno; en caso contrario, se deberán proyectar los refuerzos correspondientes.

Las zanjas deberán tener los taludes y entibados que fueran necesarios, de acuerdo con la clase de terreno y profundidad, de manera que no se perjudique a propiedades vecinas y se resguarde la seguridad del personal que labora en la faena.

Las superficies horizontales serán compactadas hasta obtener como mínimo un 95% del PROCTOR Modificado. El contratista deberá entregar a la ITO los certificados correspondientes. Las excavaciones para estructuras en que se utilice moldaje exterior deberán tener un sobre ancho de 0,80 metros, medido desde el paramento vertical exterior de la estructura sobre el nivel de cimientos.

Será de exclusiva responsabilidad del contratista estudiar y verificar previamente las características del terreno, pues no se admitirá reclasificación. No obstante, si durante la construcción aparecieran bolones o roca no incluidos expresamente en estas especificaciones, y siempre que sea en un porcentaje superior al 5% del total de las

excavaciones, o apareciera una napa subterránea que exija agotamiento mecánico, se procederá a reclasificar el terreno. En todo caso, será la ITO quién efectúe las reclasificaciones, comunicando al contratista por escrito sus resultados.

Para los efectos anteriores, se entenderá por bolón cualquier piedra con peso unitario superior a 200 kg. y a roca trabajable con explosivos.

El contratista deberá incluir en su oferta económica el precio unitario de la excavación en roca, partida que se considerará a cubo ajustable.

La excavación en zanjas podrá realizarse a mano o a máquina. En este último caso, ésta deberá detenerse a 0,20 m por sobre la cota de excavación indicada, continuándose en forma manual hasta llegar al sello.

El ancho en el fondo de la zanja se ha considerado igual al diámetro nominal al tubo más 0.60. El fondo excavado deberá estar libre de protuberancias y permitir un soporte firme, estable y uniforme a las tuberías en toda su extensión. Cuando se requiera, deberá profundizarse en el lugar de las juntas.

Los taludes de las zanjas deberán ser estables, de acuerdo con la calidad del terreno y con la profundidad de la excavación. Salvo indicación contraria en los planos, el talud de la zanja en los 1.50 metros inferiores deberá ser vertical y hacia arriba deberá tener una inclinación 1/1 (H/V). Eventualmente, la ITO podrá variar los taludes de ser necesario, sin que ello implique un mayor costo para la obra.

En caso de que, dada la profundidad de las tuberías, puedan ejecutarse túneles, será la ITO quien autorizará previamente este tipo de obra.

Sin perjuicio de lo anterior, será responsabilidad del contratista adoptar todas las medidas necesarias para cumplir con las condiciones establecidas en estas especificaciones y la debida seguridad para el personal.

Si la sobre excavación se produce bajo tuberías, se rellenará en aquellos puntos en que pueda compactarse, con material seleccionado similar al que se usará para la cama de apoyo. Si no es posible compactar, se rellenará con hormigón de 127,5 kg.cem/m³ (hormigón pobre). Este relleno deberá formar un ángulo diedro de 120° con arista en el eje de la tubería.

Si la sobre excavación se produce bajo estructuras, se rellenará hasta alcanzar la cota de fundación, con hormigón de 170 kg.cem/m³.

La ubicación de todas aquellas excavaciones adicionales necesarias para la ejecución de las obras ya sea accesos a la faena o para las instalaciones de construcción, será autorizada por escrito por la ITO.

1.7.4.3. Rellenos y compactación

Después de construidas las obras correspondientes a las excavaciones, y luego de recibido conforme el sello de éstas, debidamente compactado y certificado por un laboratorio competente, se procederán a rellenar, previa autorización de la ITO, hasta dar a los terrenos los niveles indicados en los planos, o en su defecto, el existente antes de la ejecución de las obras.

Los rellenos serán controlados y se harán una vez instaladas las tuberías y efectuadas las pruebas reglamentarias en forma satisfactoria. El material deberá estar exento de contaminaciones extrañas, en particular de materia orgánica, sales solubles y productos de desecho. No deberá poseer características de comportamiento singular (arcilla expansiva o limos colapsables).

Los materiales se depositarán en capas aproximadamente horizontales, que abarquen toda la extensión del sector por recubrir. Se descargarán y esparcirán evitando su segregación. El avance deberá ser parejo, de modo que no se produzcan desniveles superiores a 0,50 m. entre sectores contiguos.

La primera etapa del relleno se realizará depositando en forma cuidadosa, desde el sello de la excavación y hasta 0,10 m. sobre la clave de la tubería, arena compactada al 90% del Proctor Simple, no deberá contener piedras que puedan dañar la tubería al quedar en contacto con ella.

Esto se hará por capas de 0,10 m. de espesor, compactadas mecánicamente con los equipos adecuados.

Esta primera etapa del relleno se hará a lo largo de la tubería, dejando descubiertas las zonas de uniones efectuadas en el terreno, hasta que se hayan realizado las pruebas correspondientes del sector.

En las zonas de congestión de tuberías o en que las condiciones del terreno impidan una adecuada compactación, la ITO podrá ordenar que el relleno se haga con hormigón de $170 \frac{kg.cem}{m^3}$.

Una vez obtenida la aprobación de la ITO, se continuará con el resto del relleno, que consiste en una capa, de altura variable de 0,30 m. desde el nivel superior de la primera etapa, de arenas o suelos clase I y II colocadas en forma manual en capas de 0,15 m, previa separación de los bolones o piedras mayores a 0,10 m y compactadas con pisón de mano hasta alcanzar una densidad de 90% del Proctor Simple.

Una vez obtenida la aprobación de la ITO, se completará el resto del relleno hasta la superficie del terreno. El material utilizado será el natural proveniente de las excavaciones, previa separación de los bolones o piedras mayores a 1", en capas de 0,30 m. de espesor, compactadas dependiendo si el relleno se efectúa bajo calzada o acera.

Si el relleno se realiza bajo calzada, este se deberá compactar utilizando rodillo vibratorio de 5 toneladas de peso estático mínimo, hasta alcanzar una densidad igual o superior al 95% del Proctor Modificado.

En cambio, si el relleno se realiza bajo aceras, este se deberá compactar utilizando placa vibratoria hasta alcanzar una densidad igual o superior al 90% del Proctor Modificado.

Para ambos casos en caso de no ser posible obtener esta densidad con el material proveniente de las excavaciones, deberá utilizarse tierra de empréstito.

Para el relleno de las excavaciones se tendrá especial cuidado cuando se efectúe bajo conductos y cámaras, cercano a muros o alrededor de postaciones existentes, los que se compactarán desde los costados, mediante pisón, evitando perturbar las condiciones iniciales de dichas estructuras.

De haberse ejecutado obras en túnel, previamente deberán romperse los puentes, para proceder al relleno según lo establecido precedentemente.

Los excedentes serán retirados de la obra o dispuestos en la ubicación y forma que determine la ITO.

1.7.4.4. Retiro de excedentes

El excedente se estima en un 10 % del volumen excavado más el 110 % del volumen desplazado por las instalaciones. Deberá transportarse hasta un lugar aceptado por la ITO y la I. Municipalidad. Los gastos de carguío, traslado y pago de derechos en el botadero son de exclusiva responsabilidad del contratista.

1.7.5. Suministro y colocación de tuberías

Este ítem contempla el suministro, transporte, colocación y prueba de las tuberías proyectadas para la disposición de las aguas lluvias, según los detalles indicados en planos de proyecto.

Todas las tuberías deberán ser probadas de fábrica. Su calidad deberá ser debidamente certificada.

Será de cargo del contratista el suministro de la totalidad de las tuberías, así como el de los materiales y elementos necesarios para unir las mismas. Serán de su exclusiva responsabilidad los cuidados tendientes a evitar que sufran daños, así como su oportuna disponibilidad, con el fin que las zanjás no queden abiertas más tiempo de lo necesario.

Una vez limpias las zanjas de elementos extraños, se procederá a colocar las tuberías de acuerdo con las indicaciones del fabricante, debiendo respetar las cotas y pendientes indicadas en los planos. Después de colocados, los tubos se probarán en terreno, de acuerdo con lo indicado en la Nch 1362 del INN.

Las condiciones de apoyo de las tuberías deben corresponder estrictamente con lo indicado en los planos de proyecto. El contratista podrá colocar los tubos sólo después que la ITO haya recibido conforme la cama de apoyo especificada en los planos de proyecto.

Se utilizarán uniones Anger para todo tipo de uniones, tanto de tuberías entre sí como con piezas especiales, recurriéndose al empleo de adaptadores cuando las uniones sean a elementos de otro material, como, por ejemplo, fierro fundido.

1.7.6. Obras de hormigón

Las obras de hormigón deberán ejecutarse en conformidad con el plano de proyecto y corresponden a cámaras de inspección tipo b, cámaras de inspección para drenes, tapa circulares para calzada, escalines, sumideros, rejillas y refuerzos en cruces.

1.7.6.1. Cámaras de inspección tipo b, con decantador

Los radieres, pies derechos, conos y chimeneas se ejecutarán con hormigón de $170 \frac{Kg}{m^3}$. Los radieres se estucarán con mortero de $510 \frac{Kg}{m^3}$ de argamasa, hasta 0.20 m como mínimo sobre la parte más alta de la banqueta. La parte interior de las cámaras que no lleve estuco deberá quedar con la superficie lisa, debiéndose usar molde metálico o de madera revestido con metal.

Las losas de hormigón armado de las cámaras tipo b serán confeccionadas con hormigón de $340 \frac{Kg}{m^3}$.

Cuando el proyecto especifique caídas en cámaras, éstas se ejecutarán con los materiales y en la forma indicada en el plano D.O.S. tipo HBm², salvo en lo que se refiere a los tapones de inspección para las caídas exteriores, los que sólo se colocarán cuando el plano lo indique especialmente.

1.7.6.2.Cámaras de inspección para drenes

Estas cámaras estarán ubicadas en las zonas de los drenes del deslinde oriente, las cuales serán de PVC marca Vinilit, de 400x400mm y altura según lo determine la lámina de proyecto. Deberán ser instaladas según lo especificado por el fabricante.

1.7.6.3.Tapas circulares para calzadas

Las tapas serán Tipo Calzada y se ejecutarán de acuerdo al cuadro de cámaras del proyecto.

Se incluye el aro y la armadura metálica de acero A-37-24 ES, esta última rellena con hormigón clase E (resistencia mínima a la ruptura por compresión de 320Kg/cm²) y tamaño máximo del agregado 2.5 cm. y el anillo de fierro fundido de 82 Kg. de peso aproximado. La colocación del anillo está incluida en la confección de las cámaras y chimeneas.

1.7.6.4.Escalines

Los escalines serán de fierro galvanizado de 20 mm en conformidad con el plano, tipo HB e-1 y se colocarán cada 30 cm. Se usará fierro galvanizado en baño, rechazándose el electrolítico. No se incluye la colocación de los escalines, pues está considerada en la confección de las cámaras y chimeneas.

1.7.6.5.Sumideros de aguas lluvias

Deberán asentarse en terreno no removido. En caso contrario, se harán los rellenos necesarios para su estabilidad, con hormigón de $127.5 \frac{kg}{m^3}$ de concreto.

Las tuberías para los sumideros y el movimiento de tierras correspondiente están incluidos en el capítulo de movimiento de tierras.

Los sumideros serán tipo S-2 y se ejecutarán de acuerdo al detalle de la lámina del presente proyecto.

Para los sumideros tipo S-2 y S-2 Dobles, se usará hormigón de $170 \frac{kg}{m^3}$ de concreto, excepto en la viga que soporta la solera, la que será de hormigón armado de

340 $\frac{kg}{m^3}$ de concreto. Los estucos tendrán 1 cm de espesor y serán de 510 $\frac{kg}{m^3}$ de argamasa y alisados con cemento puro.

Se incluye para el sumidero: excavación, relleno y retiro de excedentes, suministro de materiales para hormigones y estucos, fierro y toda mano de obra, incluso la colocación de la rejilla.

Las uniones de sumideros se efectuarán con tubos de PVC - Clase 6 de acuerdo a lo especificado en el Capítulo 2 de estas Especificaciones Técnicas.

1.7.6.6. Rejillas de sumideros

El fierro para las rejillas y demás deberá cumplir con lo establecido en el "Pliego para la construcción de Alcantarillado". No se aceptarán sopladuras ni fallas de ninguna especie, ni podrán éstas repararse con plomo u otro material. Para los sumideros tipo S-1 serán de fierro laminado de 0.98 m x 0.41 m, rejilla tipo 1, de acuerdo a lo indicado en plano de proyecto.

1.7.6.7. Refuerzo en cruces

Se refiere a las obras de refuerzo a construir cuando existan cruces de cañerías de aguas lluvias con aguas servidas y riles. Estos refuerzos se colocarán sólo cuando exista una diferencia menor o igual a 0,5 m entre la clave de la cañería de aguas lluvias y el radier de la cañería de aguas servidas o riles.

El refuerzo se construirá con hormigón de 170 $\frac{Kg}{m^3}$, según las dimensiones y geometría indicada en los planos de detalle. En general consistirán en dos machones que permitirán el apoyo de la tubería que se ubica por arriba, de tal modo que los esfuerzos se transmitan directamente sobre el terreno sin afectar a la cañería inferior.

1.7.7. Relleno

Este ítem se refiere al material que se utilizará para el relleno del terreno que se dispondrá para pavimentar, que consta de avenidas principales y calles que rodean el condominio correspondiente al proyecto, el cual consiste en gravilla limpia, sin polvo ni material fino.

1.7.7.1.Geotextil

Este ítem se refiere al geotextil que se utilizará, el cual se colocará rodeando la tubería recolectora, se recomienda emplear Bidim OP20 de $200 \frac{gr}{m^2}$ o similar. Los paños laterales se deben traslapar por lo menos en 40 cm.

1.7.7.2.Tuberías de recolectora

Se instalará una tubería recolectora ranurada de D=600mm, D=400mm y D=315mm según se indique en plano, el PVC será de clase C-6. La tubería se colocará en la parte superior del dren, según se indica en los planos.

Esta tubería debe estar con pendiente y estar conectada tanto a una cámara de entrada como a una de salida en cada extremo, para facilitar su limpieza.

1.7.7.3.Verificaciones mediante Revisión Visual

Se realizará una inspección en terreno de la construcción del pavimento, de las instalaciones de hormigón, mediciones ya establecidas en el proyecto, etc.

- Trazados y diámetros según proyectos.
- Verticalidad en descargas.
- Fijaciones de cañerías sobrepuestas en cuanto a:
- Distanciamiento.
- Especificaciones.

Pendientes según proyecto en ramales colgados como enterrados.

1.7.7.4.Verificación del asentamiento y pendientes

Después de practicar la prueba de presión hidráulica se rellenarán los huecos de las excavaciones debajo de las juntas de los tubos. Antes de efectuarse el relleno de la excavación, deberá verificarse el asentamiento de la tubería y la pendiente indicada en el plano.

Cuando proceda, también deberá revisarse la protección de hormigón de las tuberías.

1.7.7.5.Pruebas de cámaras de inspección

Las cámaras de inspección se someterán a una revisión de sus detalles, y en especial, a las sopladuras u otros defectos en sus estucos y afinados interiores.

Se someterán además a una prueba de presión hidráulica con una presión igual a la profundidad de la misma cámara, debiendo permanecer el nivel de agua constante por un tiempo mínimo de cinco minutos.

1.7.7.6.Mantenición

La mantención de la red consistirá en revisiones periódicas para la detección de fugas o daños a la instalación, labor que deberá ser realizada por los propios operadores.

Cualquier intervención posterior de algún tramo de la línea deberá ser sometida a las pruebas y limpieza correspondientes.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO Y PROPUESTA

2.2. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía se define como la fracción del volumen total de agua caída que escurre sobre superficies del suelo, sin infiltrarse ni evaporarse, indica la proporción de la lluvia total que participa directamente en el escurrimiento.

Este coeficiente depende netamente de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, nivel de urbanización, entre otros.

El coeficiente correspondiente a la Tabla 2.1 es necesario para el cálculo del ponderado que nos permitirá saber la permeabilidad necesaria que debe poseer el pavimento para drenar el agua, de manera que no se acumule en las calles provocando inundaciones.

Tipo de zona	Coeficiente		
	Mínimo	Medio	Mínimo
Áreas residenciales			
Suburbios	0,25	0,32	0,40
Casas aisladas	0,30	0,40	0,50
Condominios aislados	0,40	0,50	0,60
Condominios pareados o continuos	0,60	0,67	0,75
Departamentos en edificios aislados	0,50	0,60	0,70
Departamentos en edificios continuos	0,70	0,80	0,90
Áreas Comerciales			
Comercio en alta densidad	0,70	0,82	0,95
Comercio en baja densidad	0,70	0,60	0,70
Áreas industrias			
Grandes industrias	0,50	0,65	0,80
Industrias Pequeñas	0,60	0,75	0,90
Parques, plazas y jardines	0,10	0,17	0,25

Fuente MINVU 2005

Tabla 2-1: Coeficiente de escorrentía para zonas urbanizadas

También se debe calcular el coeficiente de escorrentía para cuencas urbanizadas o no, se debe calcular un coeficiente ponderado según las superficies de cada tipo de ocupación del suelo, cálculo de áreas como las dadas en la siguiente tabla:

Tipos de superficies	Coeficiente		
	Mínimo	Medio	Máximo
Asfalto no poroso	0,70	0,82	0,95
Hormigón	0,80	0,87	0,95
Adoquín de cemento sobre arena	0,50	0,60	0,70
Maicillo, ladrillo	0,30	0,40	0,50
Zinc, latón, metálicos en general	0,85	0,90	0,95
Tejas, pizarras, cemento asbesto	0,70	0,80	0,90
Baldosas, hormigón	0,80	0,87	0,95
Tierra, sin cobertura	0,50	0,60	0,70
Prados, suelo arenoso	0,05	0,12	0,20
Prados, suelo arcilloso	0,15	0,25	0,35

Fuente MINVU 2005

Tabla 2-2: Coeficiente de escorrentía

Dada la uniformidad y el tamaño del área en estudio, se ponderará un coeficiente de escorrentía para simplificar el cálculo de manera que se dividirán por áreas, las cuales corresponden a superficies pavimentadas, que son todas las calles que se pavimentarán, las superficies techadas, los cuales se conectarán a las cunetas de las calles para el escurrimiento de aguas, por esta razón se deben contabilizar como área a trabajar. Los resultados se presentan en la Tabla 2-3.

ITEM	AREA (m²)	COEFICIENTE
SUPERFICIES PAVIMENTADAS	4.190	0,87
SUPEFICIES TECHADAS	1.989	0,85
AREAS VERDES	6.800	0,35

Fuente: Manual de carretera vol.4.

Tabla 2-3: Coeficientes de escorrentía.

En casos especiales, como áreas muy grandes o tramos con pendientes muy bajas, donde la capacidad hidráulica se vio afectada, se realizó el cálculo particular del

coeficiente de escorrentía y del coeficiente de rugosidad, para determinar de forma más certera los parámetros hidráulicos del área en particular.

2.3. ELECCIÓN DE PERIODO DE RETORNO

Este proyecto, dada sus características puede ser asociado a la tabla 2-4 a una obra de drenaje y tipo de carretera. De esta manera se desprende que el período de retorno del diseño y la vida útil que este adopta para este estudio será igual a 10 años para ambos conceptos.

2.4. CRITERIOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

La red secundaria de un sistema de aguas lluvias estará compuesta por colectores y cámaras, que reciben las aguas que provienen de sumideros y las conducen hacia un punto de entrega.

Tipo de obra	Tipo de ruta	Período de retorno (T años)		Vida útil Supuesta (n; años)	Riesgo de falla (%)	
		Diseño	Verificación		Diseño	Verificación
Puentes	Carreteras	200	300	50	22	15
Viaductos	Caminos	100	150	50	40	28
Alcantarillas (S>1,7m2)OH>10m y estructura/enterrada	Carreteras	100	150	50	40	28
	Caminos	50	100	30	45	26
Alcantarillas (S<1,75 m2)	Carreteras	50	100	50	64	40
	Caminos	25	50	30	71	45
Drenaje de la Plataforma	Carreteras	10	25	10	65	34
	Caminos	5	10	5	67	41
Defensa de riberas	Carreteras	100	-	20	18	-
	Caminos	100	-	20	18	-

Fuente: tabla 3.702.2.B Manual de Carreteras Volumen N° 3: Instrucciones y Criterios de Diseño2002.

Tabla 2-4: Períodos de retorno para diseño.

2.4.1. Condición hidráulica de calles y sumideros

Se presentará mediante la siguiente tabla las divisiones por áreas ya mencionadas anteriormente, con los cálculos de escorrentía por sectores además del cálculo de escorrentía de las cuencas que se encuentran en el lugar en donde se emplazará el proyecto; es por esto que la capacidad hidráulica de calles y sumideros se ve mediante la tabla 2-5.

PRECIPITACIÓN DIARIA DE PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS: 83.3 [mm]
PERIODO DE RETORNO: 2 años
N° SUMIDEROS: 8

Sumidero	Área [m2]	Coef. Escorr.	Pendiente [m/m]	n	tc Cuencas Urbanas		tc Colectores y Cauces			tc Adoptado [min]
					Long. Esc. Sup. [m]	tc [min]	Long. Cauce [m]	Alt. Media. Esc. [m]	tc [min]	
1	394	0.60	0.026	0.025	65.0	6.9	65.0	0.01	5.7	6.3
2	904	0.60	0.026	0.025	65.0	6.9	65.0	0.01	3.6	5.3
3	302	0.60	0.015	0.025	55.0	7.5	55.0	0.01	4.0	5.7
4	337	0.60	0.015	0.025	55.0	7.5	44.0	0.01	3.2	5.3
5	552	0.60	0.027	0.025	51.0	5.7	51.0	0.01	2.8	4.3
6	944	0.60	0.027	0.025	47.0	5.4	47.0	0.01	2.6	4.0
7	1185	0.60	0.020	0.025	100.0	10.4	100.0	0.01	10.1	10.3
8	881	0.60	0.020	0.025	55.0	6.7	55.0	0.01	5.5	6.1

Sumidero	n	Pendiente %			Ancho cuneta [m]	Caudal Ext. [l/s]	Altura Escurr. [cm]	Ancho Escurr. [m]	Caudal Calle [l/s]		Caudal Sumidero [l/s]			Verifica
		Cuneta i1	Cuneta i2	Calle					Capacidad	Requerido	Captado	No Captado		
1	0.015	2.500	-	2.600	-	-	1.6	0.65	7.12	2.25	2.25	0.00	SI	
2	0.015	2.500	-	2.600	-	-	2.3	0.91	7.12	5.53	5.53	0.00	SI	
3	0.015	2.500	-	1.500	-	-	1.7	0.66	5.41	1.79	1.79	0.00	SI	
4	0.015	2.500	-	1.500	-	-	1.7	0.70	5.41	2.05	2.05	0.00	SI	
5	0.015	2.500	-	2.700	-	-	1.9	0.77	7.25	3.62	3.62	0.00	SI	
6	0.015	2.500	-	2.700	-	-	2.4	0.95	7.25	6.31	6.31	0.00	SI	
7	0.015	2.500	-	2.000	-	-	2.4	0.95	6.24	5.46	5.46	0.00	SI	
8	0.015	2.500	-	2.000	-	-	2.3	0.92	6.46	4.97	4.97	0.00	SI	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-5: Capacidad hidráulica.

2.4.2. Diseño de la red de colectores

El problema de las aguas lluvias en zonas urbanas tradicionalmente se ha enfrentado de manera de drenar y evacuar rápidamente los posibles excesos, conduciéndolos mediante redes de colectores hacia el cauce natural más cercano.

Las bases de cálculo para el dimensionamiento de la red se han estimado de las recomendaciones entregadas por el Manual de Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias; principalmente se controla la capacidad del colector, la que no debe superar el 80% (h/D=0,8) y la velocidad de escurrimiento, la que debe estar comprendida entre los $0,9 \frac{m}{s}$ y los $4 \frac{m}{s}$. A continuación, se presenta mediante la siguiente tabla.

Área	Área [m2]	Coef. Escorr.	Pendiente [m/m]	n	tc Cuencas Urbanas		tc Colectores y Cauces			tc Adoptado [min]
					Long. Esc. Sup. [m]	tc [min]	Long. Cauce [m]	Alt. Media. Esc. [m]	tc [min]	
1	323	0.60	0.025	0.025	65.0	6.0	80.0	0.01	7.2	6.6
2	394	0.60	0.015	0.025	65.0	7.2	75.0	0.01	8.7	7.9
3	302	0.60	0.015	0.025	55.0	6.4	53.0	0.01	6.2	6.3
4	337	0.60	0.015	0.025	55.0	6.4	53.0	0.01	6.2	6.3
5	518	0.60	0.027	0.025	65.0	5.8	46.0	0.01	4.0	4.9
6	1185	0.60	0.027	0.025	100.0	7.9	51.5	0.01	4.5	6.2
7	944	0.60	0.017	0.025	47.0	5.4	100.0	0.01	10.9	8.2
8	552	0.60	0.006	0.025	51.0	8.4	55.0	0.01	10.1	9.3
9	861	0.60	0.026	0.025	45.0	4.6	45.0	0.01	2.5	3.5
10	48000	0.60	0.020	0.025	400.0	25.4	400.0	0.01	25.4	25.4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-6: Especificaciones hidráulicas por área.

2.4.2.1.Criterios hidráulicos considerados.

Se considerará para estos cálculos las siguientes variables, ya que, influyen directamente en el cálculo hidráulico del sistema de drenaje diseñado.

- **Pendiente** corresponderá a la aplicada en la tubería y su valor deber ser mayor a 0,2%.
- **Caudal** calculado para el diseño se utilizará en la verificación de las condiciones de escurrimiento en la tubería.
- **Altura** corresponde a la altura del agua en la tubería dado el caudal de diseño, su valor debe ser igual o menor al 80% del diámetro de la tubería.
- **h/D** corresponde al cociente entre la altura de agua en la tubería, dado el caudal de diseño y el diámetro de la misma, su valor debe ser menor o igual a 0,8.
- **Velocidad** corresponde a la velocidad media en la tubería, dado el caudal de diseño, su valor deberá ser superior a 0,9 m/s, mientras que su valor máximo debe respetar los 4 m/s, en caso de tuberías de PVC o similar serán 6 m/s.

Tubería	Cota [m]		Longitud [m]	Diámetro [m]	n	Pendiente %	Caudal [m3/s]	Altura h [m]	h/D	Velocidad [m/s]	Situación
	Inicial	Final									
1	362.77	361.39	34.4	0.400	0.013	4.01	0.010	0.042	0.10	1.37	Cumple: Altura de agua y velocidad
2	361.96	361.37	45.7	0.315	0.013	1.29	0.015	0.073	0.23	1.08	Cumple: Altura de agua y velocidad
3	361.29	360.42	66.3	0.400	0.013	1.31	0.021	0.081	0.20	1.17	Cumple: Altura de agua y velocidad
4	361.12	360.43	44.1	0.315	0.013	1.56	0.029	0.098	0.31	1.40	Cumple: Altura de agua y velocidad
5	360.40	359.83	38.2	0.400	0.013	1.49	0.031	0.094	0.23	1.37	Cumple: Altura de agua y velocidad
6	359.81	359.46	50.0	0.600	0.013	0.70	0.212	0.269	0.45	1.73	Cumple: Altura de agua y velocidad
7	359.44	359.09	50.0	0.600	0.013	0.70	0.212	0.269	0.45	1.73	Cumple: Altura de agua y velocidad
8	359.07	358.82	50.0	0.600	0.013	0.50	0.212	0.296	0.49	1.53	Cumple: Altura de agua y velocidad
9	358.80	358.48	50.0	0.600	0.013	0.64	0.212	0.275	0.46	1.67	Cumple: Altura de agua y velocidad
10	358.46	358.28	9.8	0.600	0.013	1.84	0.212	0.207	0.34	2.46	Cumple: Altura de agua y velocidad

Fuente: Manual de carretera vol.4.

Tabla 2-7: Cálculos de criterios hidráulicos por área.

Tubería	Área Total Aportante				Datos Inicio Iteración	
	Área [m2]	Coef. Escorr.	tc Diseño [min]	i [mm/hr]	tc Diseño [min]	Velocidad [m/s]
1	1185	0.6	6.19	48.3	6.19	1.37
2	1824	0.6	6.26	48.1	6.26	1.08
3	2768	0.6	6.97	46.0	6.97	1.17
4	4003	0.6	7.95	43.5	7.95	1.40
5	4555	0.6	9.25	40.6	9.25	1.37
6	53414	0.6	25.39	23.8	25.39	1.73
7	53414	0.6	25.88	23.6	25.88	1.73
8	53414	0.6	26.36	23.3	26.36	1.53
9	53414	0.6	26.90	23.0	26.90	1.67
10	53414	0.6	27.40	22.8	27.40	2.46

Fuente: Manual de carretera vol.4.

Tabla 2-8: Cálculo hidráulico total del sector.

Cabe hacer notar que el área n° 10 corresponde a la superficie de un loteo futuro, por lo que no se demuestra en los planos, pero si se consideró para una futura conexión al sistema. En las tablas anteriores se puede chequear que todas las tuberías cumplen con la altura de agua y con la velocidad de escurrimiento.

2.4.2.1. Verificación de diámetros

En este proyecto se usarán tuberías de PVC de diámetro 700 mm y la fórmula para secciones circulares parcialmente llenas indicadas en la ecuación 2-1 para verificar la capacidad hidráulica de los colectores.

Dónde:

$$D= 0,7 \text{ m}$$

$$s= 0,014= 1,4\%$$

$$n= 0,013$$

$$h/D = 0,8$$

$$\theta^\circ=2\arccos (1-2 h/D) \quad (2-1)$$

$$\theta^\circ= 2\arccos (1-2*0,8)$$

$$\theta^\circ= 253,7^\circ$$

Luego, se reemplazarán los valores anteriores en la ecuación 2-1, se obtiene la capacidad del colector para la condición $h/D=0.8$ y menor pendiente.

2.4.2.1. Verificación de diámetros

En este proyecto se usarán tuberías de PVC de diámetro 700 mm y la fórmula para secciones circulares parcialmente llenas indicadas en la ecuación 2-1 para verificar la capacidad hidráulica de los colectores.

Dónde:

$$D= 0,7 \text{ m}$$

$$s= 0,014= 1,4\%$$

$$n= 0,013$$

$$h/D = 0,8$$

$$\theta^\circ=2\arccos (1-2 h/D) \quad (2-1)$$

$$\theta^\circ= 2\arccos (1-2*0,8)$$

$$\theta^\circ= 253,7^\circ$$

Luego, se reemplazarán los valores anteriores en la ecuación 2-1, se obtiene la capacidad del colector para la condición $h/D=0.8$ y menor pendiente.

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257,15n(2\pi\theta^\circ)^{\frac{2}{3}}} (2\pi\theta^\circ - 360^\circ \sin\theta^\circ)^{\frac{5}{3}} * S^{1/2} \quad (2-2)$$

$$Q_{cap} = \frac{0,7^{\frac{8}{3}}}{7257,15 * 0,013(2\pi 253,7^\circ)^{\frac{2}{3}}} (2\pi 253,7^\circ - 360^\circ \sin 253,7^\circ)^{\frac{5}{3}} * 0,014^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{cap}= 1,071 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{cap}= 1,071 \frac{m^3}{s} > Q_{solicitante}= 1,015 \frac{m^3}{s}$$

Por lo tanto, la solución planteada satisface el porteo de las aguas lluvias para la condición más crítica.

$$Q_{cap}= 1,071 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{cap}= 1,071 \frac{m^3}{s} > Q_{solicitante}= 1,015 \frac{m^3}{s}$$

Por lo tanto, la solución planteada satisface el porteo de las aguas lluvias para la condición más crítica.

2.4.2.2.Verificación de la velocidad

Se realizará la verificación de velocidad de acuerdo a lo indicado en Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación del MINVU (2008), se debe verificar que la velocidad media de escurrimiento sea inferior a $4 \frac{m}{s}$ en tubos de mortero de cemento comprimido.

En este caso se tiene:

$$D= 0,7 \text{ m}$$

$$n= 0,013$$

$$\theta= 253,7^\circ$$

$$s=0,017= 1,7\%$$

$$V = \frac{0,397 * D^{2/3}}{n} (1 - \frac{360^\circ \text{sen} \theta^\circ}{2\pi \theta^\circ})^{2/3} * S^{1/2}$$
$$V = \frac{0,397 * 0,7^{2/3}}{0,013} (1 - \frac{360^\circ \text{sen}(253,7^\circ)}{2\pi(253,7^\circ)})^{2/3} * 0,017^{1/2}$$

(2-3)

$$V= 3,57 \frac{m}{s}$$

$$V= 3,57 \frac{m}{s} < V_{max}= 4 \frac{m}{s}$$

Por lo tanto la velocidad media del flujo para la condición de mayor pendiente en las tuberías y relación $h/D= 0.8$ es menor a $4 \frac{m}{s}$.

2.5. CARÁCTERISTICA DE LA PAVIMENTACIÓN

El proyecto consiste en el diseño estructural y pavimentos correspondientes a “Conjunto Residencial Las Brisas de Curauma III”.

El proyecto considera pavimentos de hormigón en las vías proyectadas en el sector público.

2.5.1. Cálculo estructural del pavimento

Para el cálculo de espesor del pavimento de hormigón se utilizará AASHTO 93, se ha elegido este método porque a diferencia de otros, introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave.

Este consiste en realizar un análisis de resistencia de las losas o juntas, ya sea pavimentos rígidos o flexibles según sea el caso.

2.5.2. Diseño Pavimento de hormigón

Los espesores para el pavimento proyectado de las calzadas en hormigón se determinaran utilizando el Método AASHTO 93; a continuación se presenta la formulación teórica del método.

A continuación se presenta el detalle de los cálculos para las distintas vías del proyecto.

2.5.2.1. Calzada Calle Colina Verde (Vía tipo Servicio)

El diseño se verifica mediante cálculos, por lo que se válida la estructura propuesta.

Hormigón HF-5	e=0,18 m
Base Estabilizada CBR>60%	e=0,30 m

2.5.2.2.Calzada Av. Curauma Sur (Vía tipo Colectora)

El diseño se verifica por lo que se válida la estructura propuesta

Hormigón HF-5 e=0,20 m

Base Estabilizada CBR>60% e=0,30 m

2.5.2.3.Calzada Calle 1 (Vía tipo Local)

El diseño se verifica por lo que se válida la estructura propuesta

Hormigón HF-5 e=0,15 m

Base Estabilizada CBR>60% e=0,20 m

2.5.2.4.Calzada Pasaje 1 (Vía tipo Pasaje)

El diseño se verifica por lo que se válida la estructura propuesta

Hormigón HF-5 e=0,12 m

Base Estabilizada CBR>60% e=0,15 m

2.5.2.5.Veredas

Este pavimento se considera una losa de 0,07m de espesor uniforme y se ejecutará por el sistema de compactación del hormigón. Se construirá sobre una capa de arena de 1 cm de espesor colocada sobre la base de afinado.

La dosificación de hormigón que se considerará será una dosis de cemento mínima de $297,5 \frac{Kg}{m^3}$ de hormigón elaborado y el árido grueso será del tipo gravilla uniforme y sin poros.

La resistencia cúbica a los 28 días será de $280 \frac{Kg}{cm^2}$ a la compresión y a la resistencia mínima individual no podrá ser inferior a $250 \frac{Kg}{cm^2}$.

Hormigón H.C. H-30 e=0,07 m

Base Estabilizada CBR>60% e=0,10 m

2.5.2.6. Soleras

Se proyectan soleras “tipo A” para calles, de sección transversal poseen una base de 16 cm y 30 cm de altura, longitud de 0,90 m.

Las soleras “tipo C” utilizadas para pasajes, poseen una base de 10 cm por 25 cm de alto, de una longitud de 0,5 m.

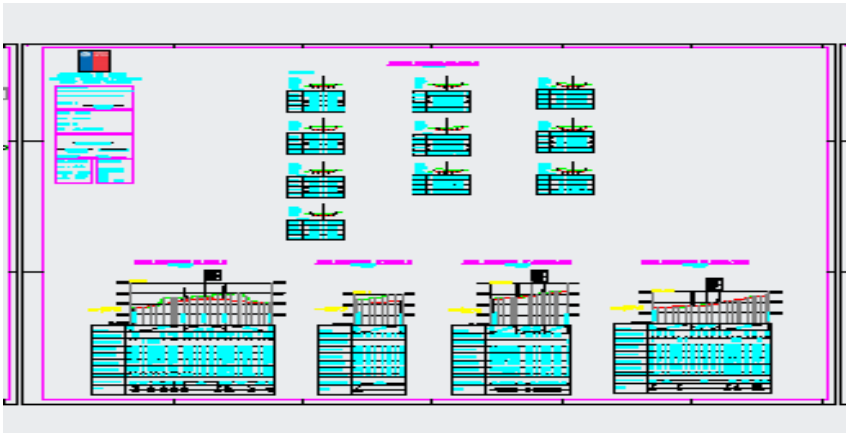
La fabricación de las soleras será controlada de acuerdo a lo estipulado por el proveedor o por el contratista.

2.6. PLANIMETRÍA

Estará desarrollada en base a la topografía del terreno, según el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles de importancia que presenta el lugar en donde se emplazará el proyecto.

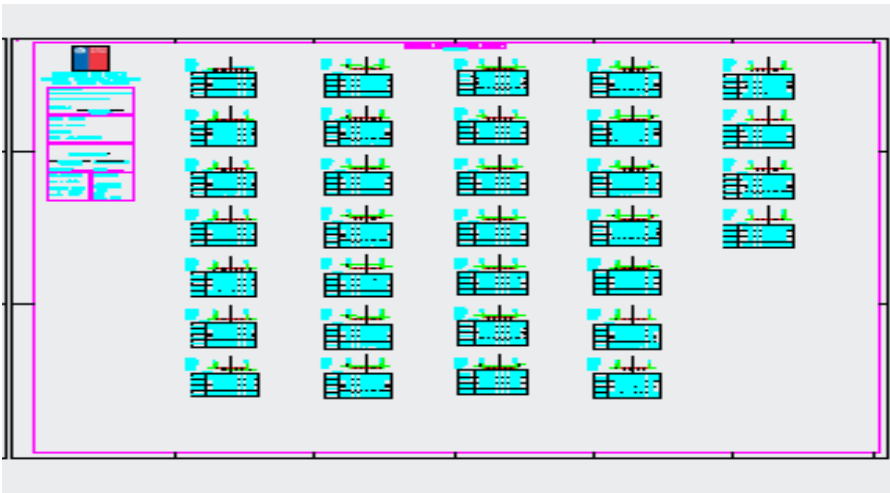
2.6.1. Planos topográficos

En el presente plano estará representada la superficie donde se implantará el proyecto, identificando los aspectos esenciales del terreno según las cuencas que posee, además de cortes longitudinales (Ver Anexo 3, 4, 5,6)



Fuente: Planos Autocad.

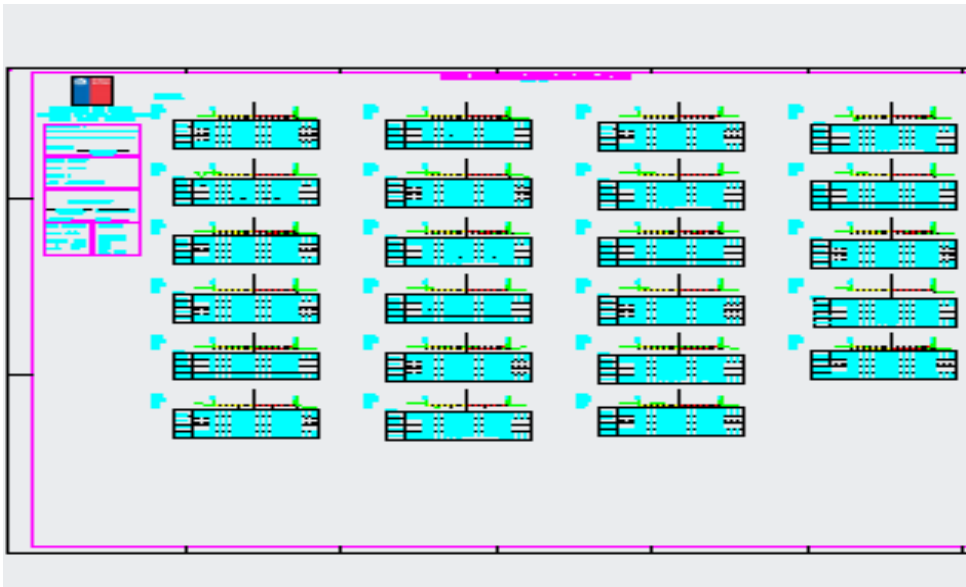
Figura 2-2: Anexo 3.



Fuente: Planos Autocad.

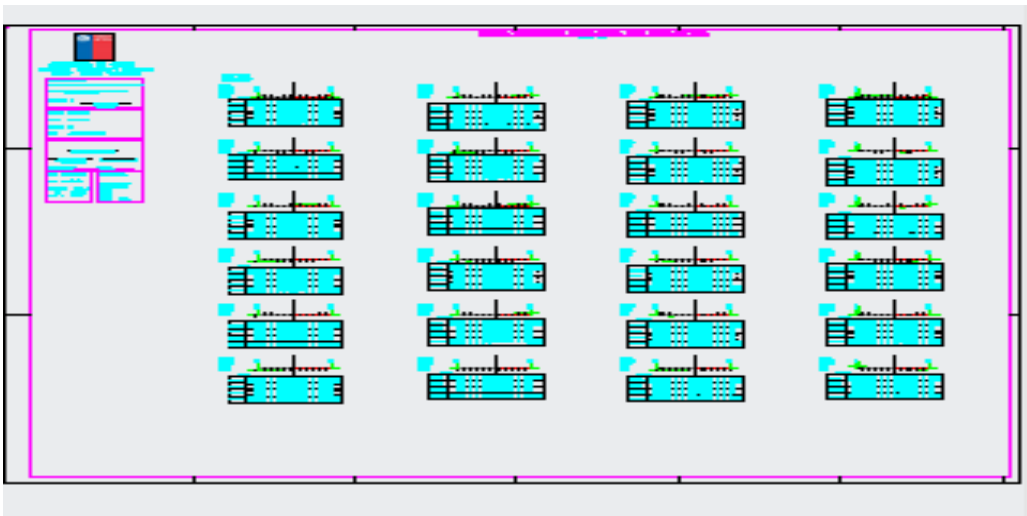
Figura 2-3: Anexo 4.

Se desarrolla la topografía para realizar los perfiles longitudinales correspondientes a los relieves que posee el terreno, de modo de poder apreciar los taludes que se encuentran en cada pasaje de los alrededores del condominio, en los cuales se instalará el sistema de drenaje y las mejoras que se harán a las calles.



Fuente: Planos Autocad.

Figura 2-4: Anexo 5.

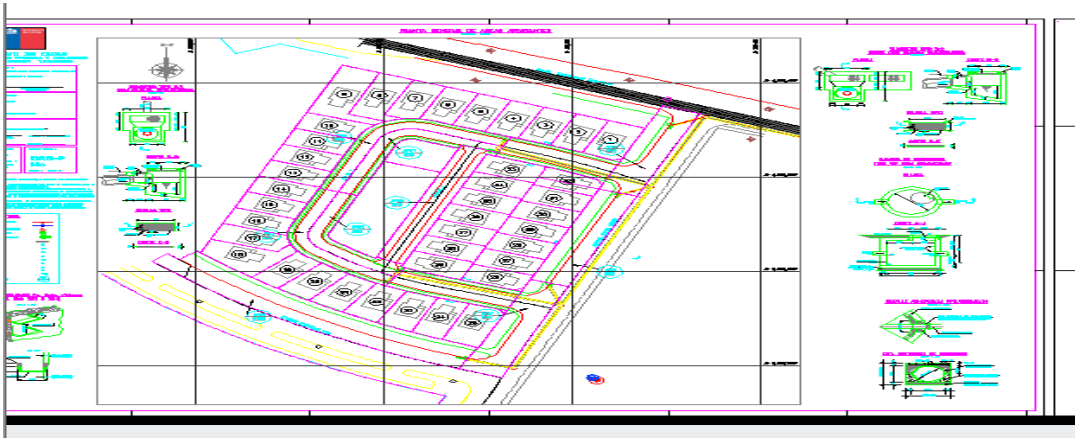


Fuente: Planos Autocad.

Figura 2-5: Anexo 6.

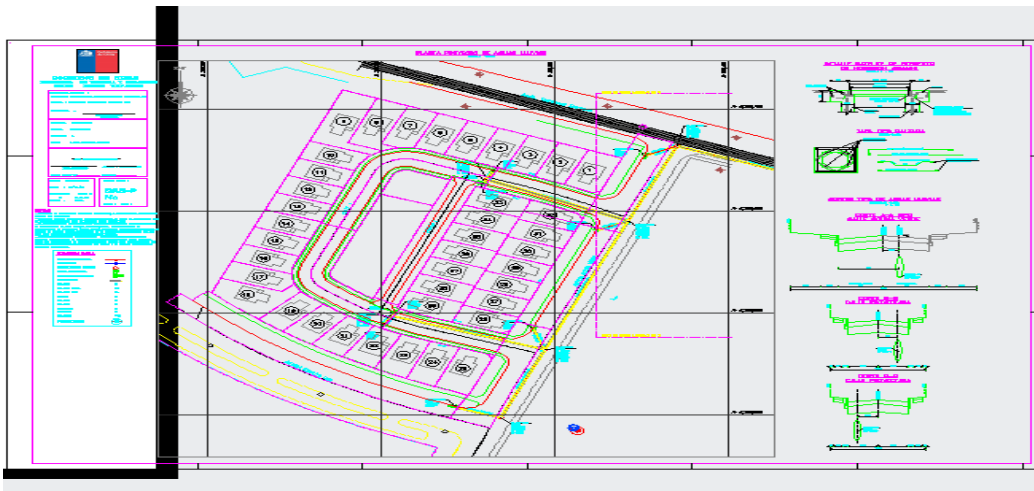
2.6.2. Plano construcción

En esta representación gráfica se obtendrá el desarrollo de la instalación de cámaras de inspección, colectores, además de las indicaciones de números de calicatas necesarias para realizar las muestras de suelo para conocer el tipo de pavimento y relleno a utilizar. (Ver Anexo 7, 8,9)



Fuente: Planos Autocad.

Figura 2-6: Anexo 7.



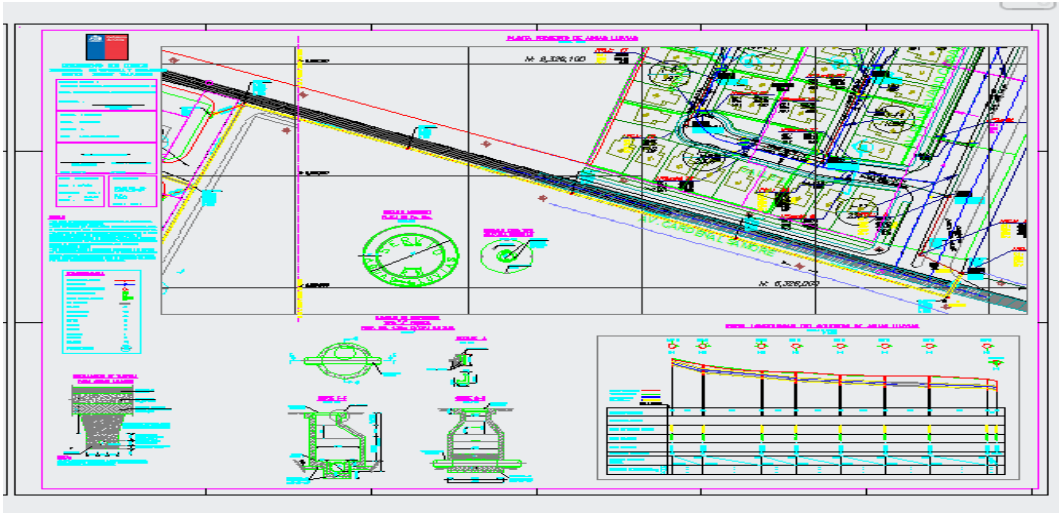
Fuente: Planos Autocad.

Figura 2-8: Anexo 8.

Además, en estos planos se mostrará detalles constructivos de instalaciones de tuberías, colectores u otros tipos de uniones de bajante que serán de suma importancia al momento de realizar la puesta en marcha de esta obra.

También constará de cortes topográficos para mostrar las distancias que irán las tuberías bajo tierra, donde se encontrarán las cámaras de inspección para poder realizar el mantenimiento de éstas.

Las normativas utilizadas estarán regidas por los manuales que se encuentran en la página de MINVU. Los planos cuentan con especificaciones técnicas de detalles constructivos, con el fin de explicar y lograr una buena instalación de las cañerías para el sistema de evacuación de aguas, logrando así el desarrollo del proyecto.

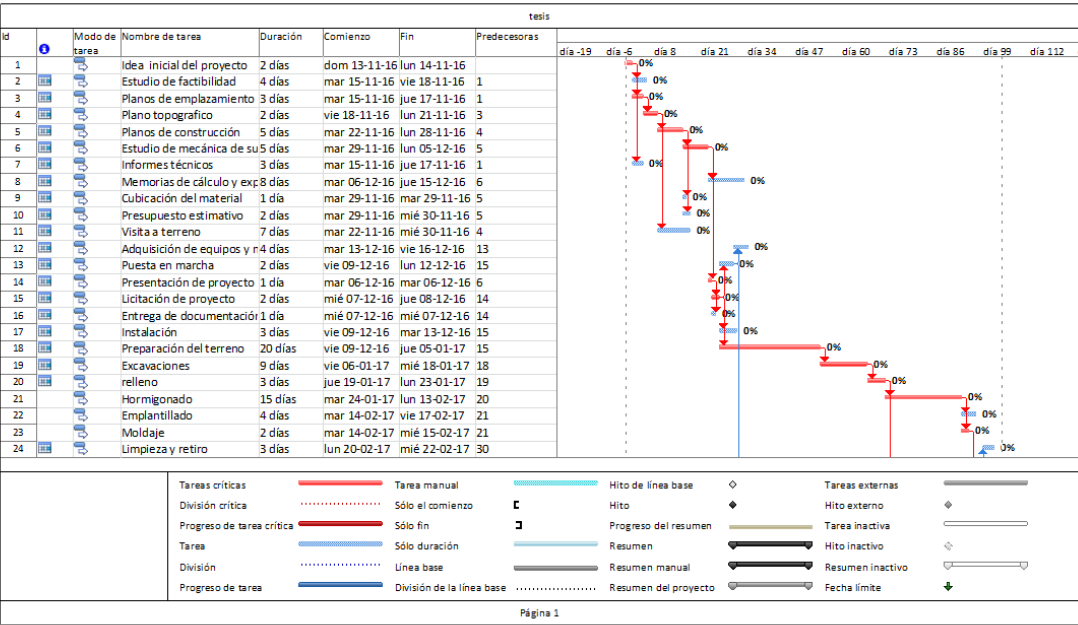


Fuente: Planos Autocad.

Figura 2-9: Anexo 9.

2.7. CARTA GANTT

La planificación del proyecto se realizará mediante una carta Gantt, la cual permitirá ver los tiempos según cada actividad desde la idea inicial del proyecto, licitaciones, hasta la puesta en marcha de éste. (Ver anexo 10)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-10: Carta Gantt.

2.8. PRESUPUESTO

En el presupuesto se proyectará una estimación de gastos que presentará el proyecto, de los cuales se desprende materiales a utilizar en calles, veredas y calzadas, además de las señaléticas y maquinarias a manipular en el período que se realice la obra, ya que son avenidas principales, las cuales tienen un gran flujo vehicular teniendo presente las normativas de seguridad. Los materiales se clasificarán según los pasajes colindantes con el condominio.

Los valores para la cubicación de la cantidad están dados en el valor unitario de cada material, según el precio que cueste por metro cuadrado o cúbico según corresponda de como sea la venta de este.

Los valores estarán dados en UF (unidad de fomento) el cual está en \$25.629,09 UF en el año 2016, dando un valor final de \$364.727.451,64.-

El formato de tabla para el presupuesto del proyecto es establecido por MINVU del “Manual de Construcción de Obras Capítulo 5”.

Tabla 2-10: Presupuesto de materiales y señalética.

Tipo de obra	U	Cantidad	P.u.(U. F)	P.Total (U.F)
Calzada HF-5 e=0,18 m (Colina Verde)	m ²	795.590	1.249	993.692
Base estabilizada CBR>60% e=0.30 m	m ²	795.590	0.497	395.408
Mejoramiento10<CBR>20% e=0.45m	m ²	795.590	0.709	564.073
Calzada HF-5 e=0,20m (Av. Curauma)	m ²	636.100	1.391	884.815
Base estabilizada CBR>60% e=0.30m	m ²	636.100	0.497	316.142
Mejoramiento 10<CBR<20% e=0.45m	m ²	636.100	0.709	450.995
Calzada HF-5 e=0.15m (calle 1)	m ²	1444.250	1.041	1503.464
Base estabilizada CBR>60% e=0.15m	m ²	1444.250	0.241	348.064
Mejoramiento CBR>20% e=0.45m	m ²	1444.250	0.709	1023.973
Calzada HF-5 e=0.12m (Pasaje 1)	m ²	247.100	0.832	205.587
Mejoramiento CBR>20% e=0.45m	m ²	247.100	0.709	175.194
Calzada H-30 e=0.07m (veredas)	m ²	969.090	0.503	487.452
Base estabilizada CBR>60% e=0.10m	m ²	969.090	0.165	159.900
Escarpe	m ³	780.780	0.590	460.648
Escarif, compac.de subrasante al 95%	m ²	4092.130	0.056	229.159

Excavación y trans. Al botadero	m^3	2659.370	0.596	1584.985
Compactación y perfilado de suelo natural	m^3	2937.715	0.133	390.716
Emparejamiento de veredones en tierra	m^2	1400.000	0.041	57.400
Preparación de la subrasante	m^2	3123.040	0.088	274.828
Hormigón $170kg.\frac{Cem}{m^3}$	m^3	44.783	3.250	145.543
Suministro y colocación de soleras tipo A	m	932.970	0.529	493.541
Dispositivo de rodados en hormigón	un	6.000	2.286	13.716
Sumidero (simple)	Nº	3.000	47.887	143.661
Sumidero (doble)	Nº	5.000	65.000	325.000
Rejilla Fe. Fdo (sumidero)	Nº	13.000	3.971	51.623
Camara tipo B	Nº	10.000	43.366	433.660
Colector PVC D=315mm	m	91.800	2.100	192.780
Colector PVC D=600mm	m	224.550	2.937	659.503
Refuerzo tubería hormigón	m^3	181.000	3.329	602.549
Suministro y coloc. Señalética PARE	un	5.000	3.896	19.480
Señalética vertical ceda el paso.	un	2.000	3.765	7.530
Demarcación de pavimentos	m^2	57.000	0.760	43.320
Señales verticales de un poste	un	14.000	5.959	83.426
Suministro y coloc. Señalética 2 leyendas	un	4.000	5.959	23.836
Total U:F:	14230.995			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-10: Presupuesto de materiales y señalética.

Los resultados expuestos anteriormente pueden presentar variaciones, ya que están calculados con el valor de la UF del año 2016.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con lo expuesto en los capítulos anteriores, se puede concluir toda la modernización efectuada en el condominio de casas emplazadas en el sector de Curauma. La cual consta de mejoras de calles colindantes, con parques, cuencas, estacionamientos y casas. Además, simplifiqué el diseño de un nuevo sistema para la apta evacuación de aguas lluvias con la posterior pavimentación de avenidas principales del sector. El diseño del sistema se optó por darle una porosidad al pavimento con el fin de poder filtrar el agua a los ductos, que, por resultado, también se podrá determinar un promedio en milímetro de agua precipitada por año.

obteniendo así una solución avanzada y eficiente para el condominio residencial Las Brisas de Curauma III.

De este modo el proyecto tendrá un valor aproximado de \$364.727.451,64.- en donde se detalló las señaléticas de tránsito, materiales utilizados en la pavimentación y el sistema de drenaje empleado para la evacuación de aguas pluviales precipitadas durante el año.

Para una mejor ejecución del proyecto, es de suma importancia ver Manual de Carreteras que posee el MINVU, en el cual especifica medidas de seguridad para la ejecución del pavimento y en la compactación, ya que puede presentar algún tipo de hundimiento si no se realiza correctamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo: CÓDIGOS DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS DE PAVIMENTACIÓN, versión 2008, Publicación N° 332 octubre 2008 Santiago Chile CDU: 625.712.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo: CÓDIGOS DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS DE PAVIMENTACIÓN Y AGUAS LLUVIAS, versión 2008, Publicación N° 332 octubre 2008 Santiago Chile.
- Programa Hidrológico Internacional, MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS, versión 2008, Publicación N° 332 octubre 2008 Santiago de Chile CDU: 625.712.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo: CAPÍTULO 2 DRENAJE URBANO DE AGUAS LLUVIAS, versión 2008, Publicación N° 332 octubre 2009 Santiago de Chile.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo: CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS, Técnicas alternativas para soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos versión 2009, Publicación N° marzo 2008 Santiago de Chile.

ANEXOS