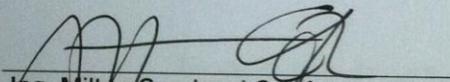
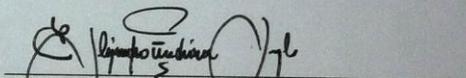
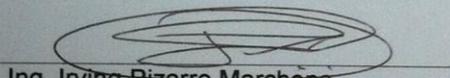


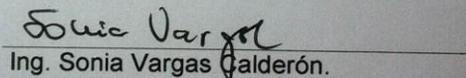
CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Milton Sandoval Quirós, Ing. Alejandro Medina Angulo, Ing. Irving Pizarro Marchena, Ing. Sonia Vargas Calderón, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

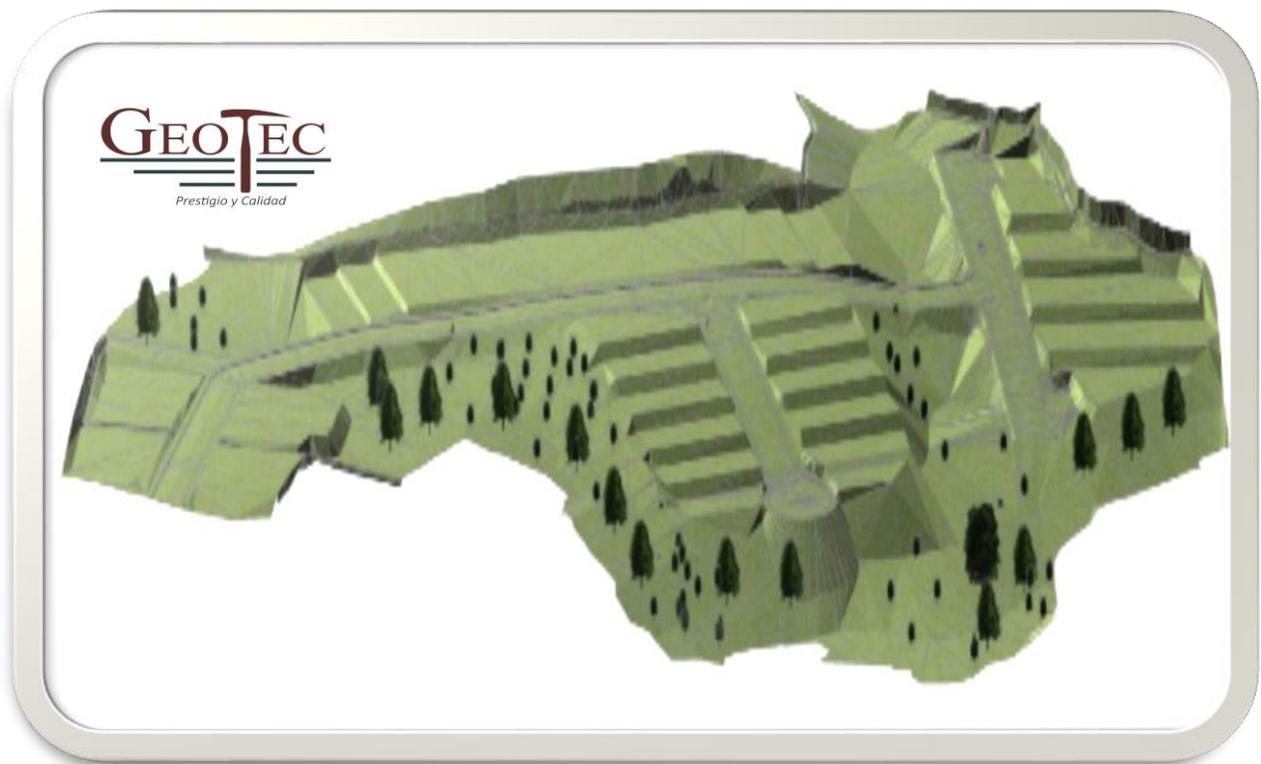

Ing. Milton Sandoval Quirós.
En representación del Director


Ing. Alejandro Medina Angulo.
Profesor Guía


Ing. Irving Pizarro Marchena.
Profesor Lector


Ing. Sonia Vargas Calderón.
Profesora Observadora

Diseño de un proyecto urbanístico en condominio residencial horizontal en el Cantón de Grecia para la empresa Asesorías Geotec S.A.



Abstract

The practice is focused on the design of engineering Horizontal Residential Condominium Hacienda Puente de Piedra, located in Grecia. Which has 40 subsidiaries farms, gardens, security, and a wide area of protection intended to give users a quiet, surrounded by nature and healthy.

The project arises from the need of the company Geotec SA consultants to carry out the design using the AutoCAD Civil 3D tool to reduce design time and calculations.

The project has the vertical and horizontal geometric design of the condominium, fractionation, playground design, storm sewer design, water system, design of an irrigation canal, 3D terrain models, calculation of volumes of movement land and some important details such as: pavement type, street type section, details of the stormwater system, etc..

Keywords: developments, condominiums, subdivisions, storm sewer, water, horizontal and vertical geometric design, red tape for condominiums.

Resumen

La práctica profesional se enfocó en el diseño de las obras de ingeniería del Condominio Residencial Horizontal Hacienda Puente de Piedra, ubicado en el distrito Puente de Piedra, cantón Grecia, provincia de Alajuela. El cual consta de 40 fincas filiales, zonas verdes, seguridad, y una amplia zona de protección que pretende ofrecer a los condóminos y visitantes un ambiente tranquilo, sano y rodeado de naturaleza.

El proyecto surge por la necesidad de la empresa Asesorías Geotec S.A de llevar a cabo el diseño aplicando la herramienta AutoCAD Civil 3D, con el fin de reducir el tiempo de diseño y cálculos.

El proyecto cuenta con el diseño geométrico vertical y horizontal del condominio, fraccionamiento, zona de juegos infantiles, el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, agua potable y un canal de riego.

Asimismo, se realizaron modelos 3D del terreno, cálculo de volúmenes de movimiento de tierras y algunos detalles tipo importantes como: acera tipo, sección de calle tipo, detalles del sistema pluvial, entre otros.

Palabras claves: urbanizaciones, condominios, fraccionamientos, alcantarillado pluvial, agua potable, diseño geométrico horizontal y vertical, tramitología para condominios.

Diseño de un proyecto urbanístico en condominio residencial horizontal en el Cantón de Grecia para la empresa Asesorías Geotec S.A.

HENRY FRANCISCO SERRANO ACOSTA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Junio del 2014

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	2
RESUMEN EJECUTIVO	4
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	6
ALCANCES Y LIMITACIONES	7
MARCO TEÓRICO	8
METODOLOGÍA	14
RESULTADOS	15
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	26
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	31
APÉNDICES	39

Prefacio

Todo proyecto habitacional presenta etapas a desarrollar, como lo son la planeación del proyecto y el diseño de las obras de ingeniería. Es por esto que para toda empresa consultora es un reto diseñar obras que se ajusten adecuada y convenientemente a las particulares características y condiciones que presenten el sitio a desarrollar.

Cuando se habla de diseño o construcción de condominios, es importante recalcar que son desarrollos de gran importancia. Debido a que desde al inicio de su construcción brindan fuentes de empleo, y su finalidad es ofrecer soluciones habitacionales de calidad a la cada más creciente población nacional.

Durante la etapa de diseño deben contemplarse aspectos que constructivamente sean prácticos, que garanticen una solución adecuada, amigable con el ambiente y con un presupuesto razonable acorde con las solicitudes y demandas del mercado.

Por estas razones, la labor de la empresa encargada de diseñar es de suma importancia. Es en la etapa de diseño que se define el camino a seguir y donde se puede trabajar cada uno de los diseños como un objeto dinámico, en constante cambio hasta encontrar la solución que mejor se adapte a las condiciones del terreno, ubicación geográfica y presupuesto.

La empresa Asesorías Geotec S.A, fundada en 1994, se ha caracterizado por su trabajo limpio, ordenado y responsable en el campo de la geotecnia, proyectos de generación de energía (hidroeléctrica, eólica) consultorías ambientales, diseño y tramitación de condominios, obras hidráulicas, puentes y acueductos, bajo el lema que los ha caracterizado:

“Prestigio y Calidad”

Sin embargo, en el último año la empresa ha visto la necesidad de optimizar el diseño de

condominios horizontales de manera tal que se reduzca el impacto al ambiente y se aprovechen al máximo los terrenos y el movimiento de tierras.

Con este fin, los ingenieros de la empresa han concentrado esfuerzos para generar diseños con alto grado de detalle, mediante software para agilizar el proceso y ayudarse a obtener resultados más precisos, como lo son los volúmenes de corte y relleno.

Algunos de los beneficios en los cuales se ve reflejada una adecuada gestión durante la etapa de diseño se observan en la Figura 1. Estos, sin lugar a dudas, traen beneficios tanto a la empresa como a sus clientes.



Figura 1. Beneficios para Geotec S.A a través de mejores diseños para condominios

Este proyecto de Graduación analiza un desarrollo habitacional de la empresa Asesorías Geotec S.A, el cual consiste en el diseño de un condominio tratando de reducir el movimiento de tierras, y optimizando el diseño de alcantarillado,

de manera tal que esto se viera reflejado en una reducción de costos.

De igual manera, se aprovecharon las zonas de protección para crear un ambiente sano a los usuarios del proyecto.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la fuerza y el valor para caminar siempre hacia adelante, y así lograr con esfuerzo y dedicación cada una de las metas propuestas.

A mis padres, Oscar Serrano Montero y Lidilia Acosta Quesada por apoyarme y brindarme su confianza a lo largo de mi carrera, a mi hermano David Francisco, por servir como ejemplo de esfuerzo y superación académica.

También, agradezco a esas personas que me apoyaron durante la carrera de uno u otra manera.

Le agradezco al profesor Alejandro Medina Angulo por su comprensión y consejos durante el desarrollo de mi práctica profesional.

Finalmente, agradezco sinceramente a la empresa Asesorías Geotec S.A, a su presidente Don Leonel Rojas Castro, así como a sus hijos Francisco y Diego, por la oportunidad, apoyo incondicional y enseñanzas durante el tiempo que estuve en su empresa realizando mi práctica profesional.

Resumen ejecutivo

La empresa, Asesorías Geotec S.A., se distingue por su seriedad y compromiso en realizar trabajos de calidad, las diferentes áreas que se desenvuelve, como geología, minería, hidrogeología, estudios de impacto ambiental, diseño de proyectos urbanísticos y en condominio.

Además, busca constantemente implementar nuevas herramientas y técnicas de diseño que ayuden a disminuir costos de operación de la empresa, con el fin de beneficiar también a sus clientes y ser más competitivos.

Para el desarrollo de la práctica profesional, la empresa eligió el diseño del Condominio Residencial Horizontal Hacienda Puente de Piedra, con el fin emplear el software AutoCAD Civil 3D (Para efectos del proyecto se utilizó la versión educativa) y reducir así el tiempo de diseño, además de obtener resultados más precisos.

Por estas razones se plantearon los siguientes objetivos específicos para el desarrollo del proyecto:

- Estudiar y analizar las condiciones topográficas, hidrológicas, geológicas y ambientales del terreno donde se proyectará la construcción del condominio.

- Estudiar las condiciones reglamentarias del proyecto en la zona donde se proyectará la construcción del condominio, tales como el Plan Regulador del Cantón, requerimientos del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo de aquí en adelante INVU y del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

- Efectuar el diseño geométrico (horizontal y verticalmente) de la urbanización, maximizando el aprovechamiento del terreno.

- Realizar el cálculo del movimiento de tierras necesario en la obra, mediante el uso del software AutoCAD Civil 3D (versión educativa).

- Diseñar todo el sistema de agua potable y pluvial de la urbanización.

Por otra parte, para el cumplimiento de estos objetivos se siguió esta metodología:

Se realizaron los análisis respectivos de la información preliminar, técnica y legal, asociada con el condominio.

Posteriormente, esta información se procesó, y se iniciaron los trabajos en el diseño geométrico, alcantarillado pluvial, abastecimiento de agua potable y movimiento de tierras.

Introducción

Los desarrollos residenciales horizontales, bajo régimen condominal, se han convertido en una solución habitacional muy llamativa en el país. Debido a sus múltiples ventajas como lo son las zonas de recreo, seguridad, privacidad, prestigio y la garantía de un ambiente más sano. Lo cual redundará en aspectos que mejoran las condiciones sociales de las personas.

En todo el proyecto, la etapa de diseño es de suma importancia, ya que un diseño bien logrado es la clave para una exitosa gestión. Muchas empresas dejan de lado detalles importantes como son una correcta cuantificación de volúmenes y planificación de sitio; que en condominios es primordial.

En el contexto nacional, el cálculo de volúmenes para movimiento de tierras en desarrollos horizontales en condominio es realizado más empíricamente que de manera precisa y con valores más certeros de estas cantidades. Por lo que la empresa Asesorías Geotec S.A busca mejorar esta práctica en su gestión como empresa y brindar siempre calidad a sus clientes.

Es por este motivo que en el proyecto se realizan modelos 3D, como se muestran en la Figura 2, con el mayor grado de detalle posible en cuanto al movimiento de tierras, con el fin de obtener volúmenes de corte y relleno más precisos.

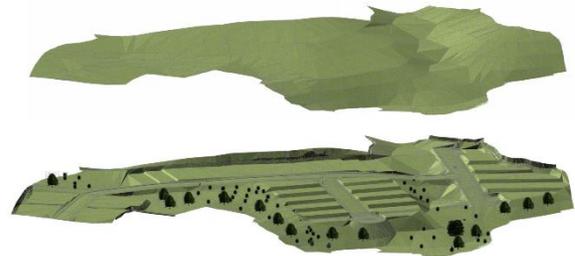


Figura 2. Modelos 3D del terreno inicial (superior) y final (inferior)

Con esto, se espera obtener un sistema de alcantarillado más económico, un menor impacto al ambiente y terrazas mejor conformadas, además que cuando se haga el trabajo de campo se cuente con una mejor guía para realizar cada una de las obras que requiere el condominio.

El proyecto tiene el nombre de Condominio Residencial Horizontal Hacienda Puente de Piedra. Cabe destacar, que cerca de la zona donde se ubica el condominio se encuentra el Puente de Piedra, el cual es Patrimonio Nacional.

La finca madre tiene un área de 3ha6023.97 m², de los cuales 1ha1961.52 m² serán destinados como Fincas Filiales Primarias Individualizadas o Área Privativa (AP). El resto del área de la propiedad se distribuye en áreas comunes libres (ACL), áreas comunes construidas (ACC) y zonas de protección y parque, las cuales abarcan un área de 1ha3898.73 m². Esto se puede observar con mayor detalle en la Lámina 5 del Apéndice.

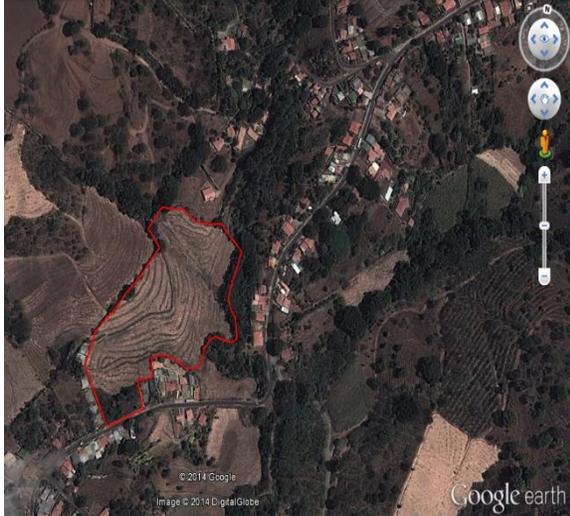


Figura 3. Ubicación del Proyecto (Vista aérea)

Las siguientes figuras muestran la finca que se pretende desarrollar.



Figura 4. Vista Norte, Registro fotográfico.



Figura 5. Vista Norte, Registro fotográfico.



Figura 6. Vista Sur, Registro Fotográfico.



Figura 7. Frente de propiedad, Registro fotográfico.

Al inicio del proyecto se partió de varios supuestos, como estudios de suelo y estudios hidrogeológicos, ya que era un proyecto nuevo en la empresa y aun no se contaba con esta información. Por este motivo, el proyecto se enfoca en el diseño, pero sirve como ayuda para quienes necesiten una guía de los paso durante el proceso de planificación, estudios y trámites a seguir.

Objetivos

El proyecto fue basado en los siguientes objetivos:

General:

- Diseñar un proyecto urbanístico en condominio residencial horizontal de conformidad con la normativa técnica, legal y ambiental vigente para este tipo de obras con el fin de minimizar el impacto al medio ambiente.

Específicos:

- Estudiar y analizar las condiciones topográficas, hidrológicas, geológicas y ambientales del terreno donde se proyectará la construcción del condominio.
- Estudiar las condiciones reglamentarias del proyecto en la zona donde se proyectará la construcción del condominio, tales como el Plan Regulador del Cantón, y requerimientos del INVU y AyA.
- Efectuar el diseño geométrico (horizontal y verticalmente) de la urbanización, maximizando el aprovechamiento del terreno.
- Realizar el cálculo del movimiento de tierras necesario en la obra mediante el uso del software AutoCAD Civil 3D (versión educativa).
- Diseñar todo el sistema de agua potable y pluvial de la urbanización.

Alcances y Limitaciones

- Se analizó la información preliminar brindada por la empresa para realizar el diseño del condominio.

- Se realizó el diseño geométrico horizontal y el vertical, cálculo de movimiento de tierras, diseño de alcantarillado pluvial y sistema de abastecimiento de agua potable.

- Para la entrada al condominio, se propuso una fachada. Sin embargo, esta no es definitiva, ya que el arquitecto de la empresa debía analizar los aspectos arquitectónicos y acabados deseados por el cliente.

- Los estudios ambientales, geología básica del suelo, hidrogeología, y otros mencionados en el marco teórico, fueron realizados por la empresa. Únicamente se contemplaron sus resultados como parte de las condiciones del diseño.

- El sistema de abastecimiento de agua potable fue diseñado desde el punto de vista de distribución, ubicación de elementos y verificación de la normativa involucrada, ya que la verificación de presiones fue realizada por la empresa.

- Los pasos por las quebradas sin nombre Sur y Norte fueron elegidos por la empresa Asesorías Geotec S.A. Por tal motivo únicamente se muestran los detalles en perfil y planta de cada estructura. No obstante,

para la alcantarilla cuadrada se muestran algunos detalles constructivos, lo cual no fue posible para el puente ya que los diseños y detalles estructurales aun no estaban terminados para la fecha de conclusión de este proyecto de graduación.

- El presupuesto de las obras (diseño geométrico, alcantarillado pluvial, agua potable, movimiento de tierras) y otros detalles del condominio no fue realizado puesto que no estaba dentro de los objetivos del proyecto.

Marco Teórico

Una adecuada gestión requiere de cumplir con algunos requisitos previos, que deben ser solicitados a las diferentes entidades públicas, tales como municipalidades, INVU, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, de aquí en adelante MOPT y Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), según el tipo de proyecto (magnitud, impacto al medio físico y social, etc.), ubicación y tipo de propiedad por desarrollar.

Los desarrollos bajo régimen condominal en su tramitología, diseño y construcción presentan variaciones, dependiendo del tipo y naturaleza, ya sea para uso Residencial, Comercial, Turístico, Industrial o Agrícola. Además, debe hacerse diferencia entre condominio horizontal y vertical, como lo indica la Ing. Aura Yee Orozco en su publicación "Trámites y reglamentación para urbanizaciones y condominios". A continuación se describirán los requisitos para un condominio residencial horizontal (Ver Apéndice 1).

Certificaciones

Para cada condominio que se proyecta debe presentarse una certificación del Registro Público o de un notario público, donde se indique el nombre del propietario de la finca. En caso de estar a nombre de una sociedad, es preciso presentar una personería jurídica timbrada. El documento debe indicar si la propiedad tiene gravámenes.

Uso de suelo

Este señala el uso permitido de la propiedad según el Plan Regulador de la Municipalidad (retiros,

altura máxima, frente mínimo, cobertura, densidad máxima, entre otros). En caso de que la municipalidad no cuente con Plan Regulador el INVU es la entidad encargada de definir los lineamientos requeridos.

Si el desarrollo proyectado se ubica dentro de la Gran Área Metropolitana, y la Municipalidad cuenta con Departamento de Ingeniería este podrá extender el uso del suelo bajo la normativa de la GAM.

Por lo general, cuando se solicita un uso de suelo, se pide una copia del plano catastrado certificado, el cual se obtiene en el Registro Nacional o mediante una certificación de un abogado y una solicitud explicando para qué actividad se pretende destinar la propiedad.

Para este caso específico, se obtuvo el Uso de Suelo por parte de la Municipalidad de Grecia, que cuenta con Plan Regulador, por lo que no se requirió realizar ningún otro trámite. El documento indica que la propiedad en estudio es apta o puede intervenir para la actividad deseada.

Alineamientos

En caso de que el proyecto se encuentre afectado por calles, ríos, línea férrea, servidumbres, líneas de alta tensión, se debe solicitar una certificación de los alineamientos de estas obras.

La mayoría de estas afectaciones las atiende el MOPT (futuros proyectos viales, líneas férreas y cuando la propiedad esté frente a carretera nacional). Para esto, se solicitan 5 copias del plano catastro en tamaño original y llenar la fórmula en el Departamento de Prevención Vial. Para líneas férreas deberán ser

6 copias y llenar una fórmula en el Departamento de Licencias.

La Municipalidad se encargará, cuando la propiedad esté frente a calle municipal y deben presentarse 3 copias del plano catastro.

El INVU emitirá el alineamiento cuando el proyecto se encuentre afectado por canales de riego, quebradas, ríos. Deben presentarse 4 copias del plano catastro certificado en tamaño original y llenar un formulario. Las servidumbres pluviales deben ser vistas por el AyA. Lo principal son los retiros, como medida de protección, que se explicaran adelante.

En los casos en que la propiedad esté afectada por el poliducto, se deben presentar 3 copias del plano catastro, junto con una solicitud para el alineamiento del mismo en el Departamento de Servicios Técnicos de RECOPE en Cartago.

Para este proyecto específico, se obtuvo un documento del MOPT con la identificación de la carretera frente al proyecto, de las quebradas sin nombre Sur, Norte y del río Poró.

Abastecimiento de agua potable

Es preciso solicitar, ante el AyA, una carta de disponibilidad de agua. Para esto se requiere una copia del plano catastro y una solicitud de agua.

Si el agua se solicita ante una ASADA (Administración de Acueductos Rurales), debe presentarse una copia original del plano catastro y llenar la solicitud respectiva, según lo pida cada Asociación.

Cuando no se cuenta con carta de disponibilidad de agua de la ASADA y se pretenda perforar un pozo para este fin, se deberá obtener un permiso de perforación del pozo y el permiso de explotación por parte del Departamento de Aguas del MINAE.

Para los pozos se deja una protección no menor a 20 m de radio, que puede afectar áreas comunes del proyecto, tales como juegos

infantiles o zona verde. Además, debe hacerse un análisis bacteriológico y fisicoquímico del agua.

De igual manera es necesario ubicar hidrantes en el condominio. La aprobación de los hidrantes se obtiene presentando 3 copias del sistema de abastecimiento de agua potable con la ubicación de hidrantes y 3 copias del detalle de hidrante en el 5° piso de las oficinas centrales del Instituto Nacional de Seguros (INS).

Para este proyecto específico, se indica que la disponibilidad de agua se obtuvo por parte de la ASADA del Distrito de Puente de Piedra de Grecia. Con ese propósito se realizó un estudio técnico indicando las mejoras que requería el acueducto para no afectar el abastecimiento de agua potable de la zona en una proyección de 20 años.

Alcantarillado pluvial y sanitario

En cuanto al alcantarillado pluvial, los condominios deberán contar con un sistema para tratar las aguas del proyecto. Y, en caso de que reciba aportes externos de otras propiedades debe contemplar, en su diseño, el caudal para recibir y tratar esas aguas.

Se tiene que presentar la memoria de cálculo del sistema de alcantarillado pluvial de acuerdo con el formato del AyA, zona de proyecto, intensidad de lluvia (Ver Apéndice, Lámina 15).

En cuanto a los desfogues, se requieren los permisos respectivos:

- Si el desfogue es hacia calles municipales o cauces naturales, la Municipalidad deberá otorgar el permiso mediante una carta solicitando la autorización y una copia del plano catastro.
- Cuando el desfogue afecte una carretera nacional o línea férrea, es preciso contar con la autorización del

MOPT. En este rubro, los requisitos son los mismos que para la Municipalidad.

- Si fuere el caso que el desfogue afecte una propiedad privada vecina, debe crearse una servidumbre pluvial y tener un permiso autenticado por un abogado por parte del propietario del inmueble afectado, donde se autorice la evacuación de las aguas pluviales.

En este caso, el desfogue se realiza en cuatro puntos diferentes, siendo los cuatro a cuerpos de aguas naturales (quebradas). Por lo que se hace una solicitud a la Municipalidad del Cantón de Grecia, para realizar un estudio hidrológico que haga constar que la impermeabilización de las áreas del proyecto no generará un incremento en el flujo de los cuerpos de agua, de modo que afecte o tenga un impacto negativo (riesgo de inundaciones, desbordamientos constantes, etc.) en zonas aguas abajo del proyecto en análisis.

En el caso de este proyecto cuando se hizo el estudio para las dos quebradas se obtuvo que el incremento no es significativo. Además, analizando sectores aguas abajo, se constató que no hay registros de inundación o desbordamientos.

En cuanto al sistema de alcantarillado sanitario, todo condominio deberá presentar la memoria de cálculo del sistema de alcantarillado sanitario. Además, contar con planta de tratamiento, y respetar un retiro de 20 m de la planta sin afectar lotes. En caso de que en la zona exista una red de alcantarillado sanitario, es necesario solicitar la interconexión al sistema al AyA.

Con el propósito de evitar la construcción de un alcantarillado sanitario, se pueden hacer pruebas de infiltración según las normas del AyA, para obtener la exoneración de construcción de este sistema. Demostrando, mediante estudios, que los resultados de tasas de infiltración hacen constar que las bacterias mueren en un tiempo menor al que alcanzarían en llegar a algún acuífero y, por ende, su contaminación. Si se demuestra, podría existir una aceptación del estudio por parte del AyA, así como la obtención

del documento de exoneración del sistema de alcantarillado sanitario.

Cabe señalar que, en caso de obtener una respuesta afirmativa a este trámite, el tratamiento de aguas negras se haría mediante tanque séptico individual en cada finca filial primaria individualizada. Como es el caso de este proyecto, que por medio del estudio hidrogeológico y de tránsito contaminantes se obtuvo la exoneración de alcantarillado sanitario.

Viabilidad ambiental (Tramitación en SETENA)

Conforme el “Manual de Procedimientos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA – Parte II), Documento de Evaluación Ambiental D1 y otras regulaciones en material ambiental”, correspondientes con el Decreto Ejecutivo N° 34375-MINAE del 2 de mayo de 2008, para este tipo de proyectos se requiere realizar una serie de estudios complementarios organizados como protocolos. Los estudios se describen a continuación:

Protocolo para la realización del Estudio Técnico de la Geología Básica del Terreno

Este estudio requiere el aporte de tres áreas de la geología según el Manual de Estudio de Impacto Ambiental (EIA, Parte II), para determinar la viabilidad ambiental del Proyecto.

Las tres áreas comprenden el estudio de la geología básica de la finca, el estudio sobre la hidrogeología ambiental y el estudio de la condición de amenazas y riesgos naturales asociados con el proyecto y su entorno.

Tanto para este estudio como para el de hidrogeología ambiental en proyectos de condominios, se deben aplicar los siguientes reglamentos: Reglamento “Metodologías Hidrogeológicas para la Evaluación del Recurso Hídrico”, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Servicio

Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) y la Dirección de Agua, en donde se establece que “El método de pruebas de infiltración establecido en las normas de diseño de tanques sépticos para urbanizaciones y fraccionamientos del AyA: serán empleadas únicamente para esos fines (diseño del campo de drenajes de los tanques sépticos)”.

Protocolo para el estudio técnico de la ingeniería básica del terreno

El protocolo incluye primeramente el estudio geotécnico y de suelos, que tiene como objetivo evaluar geotécnicamente el sitio, además de proporcionar datos de la capacidad soportante y recomendaciones para la cimentación de las estructuras que en el condominio se vayan a construir.

El estudio geotécnico y de suelos incluye 30 metros lineales de perforación por el método de la Penetración Estándar (S.P.T. por sus siglas en inglés), ensayos de laboratorio, análisis ingenieril e informe. Se propone profundizar dos de las cuatro perforaciones hasta 10 m.

Se deben aportar datos de la hidrología básica de los cuerpos de agua más cercanos al proyecto con el fin de conocer si la impermeabilización puede afectar a los cuerpos de agua y propiciar inundaciones o afectaciones a terceros o al mismo proyecto.

Protocolo para la realización del Estudio Arqueológico Rápido del Terreno del AP

Este tipo de estudio debe ser aplicado de manera obligatoria en todo proyecto o actividad que implique movimiento de tierras.

Consiste en una inspección física del terreno por el arqueólogo, para determinar la presencia o ausencia de indicios sobre la existencia de un sitio arqueológico y la obtención de una certificación profesional sobre la situación de la finca analizada. Para el desarrollo de este

estudio se debe seguir un protocolo, así como los instrumentos que el Manual del EIA establece.

Estudio de riesgo antrópico

Mediante este estudio, se determina si existe algún elemento antrópico que signifique un riesgo o comprometa la seguridad de las personas que habitarán, trabajarán y visitarán el Proyecto.

Protocolo para realizar el estudio biológico rápido

Es necesario cumplir con este estudio en la medida que vaya a provocar una afectación de biotopos sensibles, debido al desarrollo de proyectos. Esto según el criterio de un profesional en biología.

En caso de que no sea así, se debe presentar el informe de un biólogo, en el cual se indique que no se dará afectación de biotopos sensibles, debe hacerse una inspección previa del Área de Proyecto.

Evaluación ambiental preliminar del proyecto mediante el formulario D1

La aplicación del instrumento pretende determinar si el proyecto planteado es viable desde el punto de vista ambiental y, si se requiere o no profundizar el análisis ambiental por medio de un instrumento de evaluación ambiental más detallado.

Para completar este formulario es preciso incluir una descripción detallada del proyecto a desarrollar, así como un análisis de los efectos ambientales que el condominio podría tener sobre el entorno, durante su construcción y operación.

Estudio socioeconómico

Este estudio incluye el análisis del uso actual de la tierra en sitios aledaños, tenencia de la tierra, características de la población en términos demográficos, culturales y económicos, servicios básicos y de emergencia disponibles, e infraestructura comunal.

Debe incluir la percepción de la población sobre los posibles impactos ambientales, lo cual puede ser evaluado mediante la aplicación de una encuesta. Es importante aclarar que hay que hacerlo cuando se requiere un Plan Pronóstico de Gestión Ambiental.

En caso de no requerir esta evaluación se puede recurrir, como es el caso del Condominio Residencial Hacienda Puente de Piedra, a una Declaración Jurada de Compromisos Ambientales.

Elaboración del Pronóstico – Plan de Gestión Ambiental

Este instrumento de evaluación ambiental funciona para identificar los impactos ambientales, caracterizar los impactos y, finalmente, proponer medidas de mitigación ambiental. Además, debe incluir un plan de contingencia.

En caso de que se pueda manejar con la Declaración Jurada de Compromisos Ambientales, esta misma evaluación se hace para ese instrumento.

Declaración Jurada del Costo del Proyecto

Esta declaración debe ser presentada por el ingeniero o arquitecto responsable del Proyecto. En este caso sería la empresa Asesorías Geotec S.A. Esta, funciona para que SETENA fije la garantía ambiental. Es importante mencionar que este costo no es solo de las obras por realizar sino también incluye el costo del terreno.

Memoria descriptiva del condominio

Para condominios, hay que realizar una memoria descriptiva que contenga aspectos como colindantes de la finca madre, una descripción general de la propiedad, medida del frente a calle pública del proyecto, medidas longitudinales de la calzada, radios de giro en martillos, intersecciones y rotondas.

Además, describir cada finca filial primaria individualizada (FFPI) y área de cada finca filial. Indicar las medidas de los linderos de cada una de las fincas filiales y también mostrar la línea de construcción para cada finca filial.

Es importante definir las áreas comunes, su ubicación, zonas verdes, áreas comunes construidas, zonas de protección. Determinar los coeficientes de copropiedad, área máxima de construcción y área de cobertura propuesta. Estos valores se tabulan y se incluye una tabla general de áreas, como se aprecia en las Láminas 4 y 5 del Apéndice.

Otros aspectos de diseño

Para una adecuada gestión de diseño es importante seguir la normativa vigente. En ese sentido, existe una amplia gama de lineamientos que deben ser empleados por aquella persona o empresa encargada de llevar a cabo el diseño de este tipo de proyectos.

Algunos de los aspectos más relevantes para ser tomados en consideración serán mencionados en este apartado. Sin embargo, es imprescindible que sean revisados con detalle durante el proceso de diseño.

Aspectos importantes tomados del Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamientos y Urbanizaciones:

Se requiere que todas las calles sin salida cuenten con martillos, rotondas y T. Se debe cumplir con un radio mínimo de 6,00 m, mientras que en las rotondas, el radio debe ser igual o mayor que el ancho de la calzada.

Cumplir con las pendientes máximas según el tipo de vía; 12 % en vías primarias y 15 % en vías secundarias. La distancia mínima entre intersecciones será de 40,00 m. En caso de tener pendientes mayores es necesario presentar un estudio de suelo y lámina de terraceo, donde se indiquen los detalles del movimiento de tierras. En algunos casos será necesario un estudio de estabilidad del terreno con sus respectivas recomendaciones para el sitio.

Es un requisito dar acabados antideslizantes a las aceras y construir rampas para minusválidos. Además, se debe destinar un 10% del área de cada lote para juegos infantiles, zonas verdes y áreas comunes libres o construidas.

Cuando el proyecto se vaya a desarrollar por etapas se deben contemplar las áreas comunes mínimas de juegos infantiles, zonas verdes y parque, es importante mencionar que las zonas de protección cuentan como áreas comunes libre (ACL), en el caso de contar con rancho o piscina se denomina área común construida (ACC), las servidumbres pluviales caben dentro de esta denominación.

Debe establecerse una nomenclatura para cada una de las etapas y confeccionar una tabla general de áreas, así como las tablas de áreas correspondientes a cada una de las etapas. Este método de desarrollo tiene la ventaja de que permite ir vendiendo lotes y, al mismo tiempo, ir construyendo el condominio, lo cual es importante cuando se trata de fincas madre de gran área.

Visado de planos

Para anteproyectos, un requisito es presentar las láminas con las plantas del proyecto, diseño de sitio, tabla de áreas de cada finca filial primaria individualizada y simbología empleada, además de una lista con los requisitos mencionados en los puntos anteriores.

Cuando se trate de proyectos, hay que incluir planta de diseño de sitio, tabla de áreas, elevaciones de terrazas, sistema de alcantarillado

pluvial, sistema de abastecimiento de agua potable, sistema eléctrico, secciones de calles, áreas comunes, zonas de protección. También, incluir la lista de requisitos para condominios.

Requisitos básicos para modificaciones

Cuando el condominio requiera de modificaciones y aun no esté bajo el régimen de propiedad horizontal, se deberá presentar una certificación donde se garantice lo mencionado anteriormente; ya sea del Registro Público o de un notario público, las copias solicitadas de plantas de conjunto modificadas, y cualquier otro detalle modificado del condómino, además del juego de láminas ya aprobadas.

Cuando el proyecto ya se encuentre bajo el régimen de propiedad horizontal, presentar una certificación autenticada por un notario público donde la Asamblea General de Condóminos apruebe las modificaciones.

Metodología

El proyecto de graduación se dividió en una fase investigativa y otra práctica. Primero, se realizó un estudio detallado de la reglamentación y normativa, tanto legal como técnica, que rige el diseño y planeación de proyectos urbanísticos, en condominio y fraccionamientos.

Seguidamente se procesó la información de la finca madre. Esta se ubicó según la hoja cartográfica Puente de Piedra escala 1:10000 con el fin de ir estructurando el proyecto. También, se obtuvo información importante como ubicación de quebradas, zonas de protección, río, y otros aspectos que involucraba el condominio.

Con esta información, se procedió a realizar el diseño de sitio, el diseño geométrico, cálculo de movimiento de tierras, sistema de alcantarillado pluvial y el sistema de abastecimiento de agua potable del condominio.

Para garantizar que el impacto del proyecto al medio ambiente sea mínimo el diseño se hizo tomando en cuenta los requisitos ambientales que pide la SETENA. Estos resultados se mencionan dentro del marco teórico del proyecto y fueron realizados por la empresa.

Se mencionan con el fin de brindar al lector una guía completa de los aspectos técnicos y legales que deben ser estudiados y analizados para desarrollos urbanísticos o en condominios horizontales.

- Secundarias: Los sitios Web, reglamentación de instituciones como el INVU, SETENA, el INS. Plan Regulador del Cantón de Grecia. También, literatura y publicaciones relacionadas con el tema fueron fuente importante de información.

Sujetos de investigación

- Instituciones públicas involucradas
- Propia empresa

Variables de estudio

- Diseño urbanístico
- Diseño de alcantarillado pluvial
- Zonas de protección
- Áreas comunes libres y construidas (juegos infantiles, zonas de recreo, caseta de seguridad)
- Diseño de sistema de agua potable
- Proveedores
- Diseño geométrico horizontal y vertical
- Retiros
- Movimiento de tierras
- Aplicación del software AutoCAD Civil 3D (Versión Educativa)

Fuentes de información

- Primarias: Se obtuvo información de la empresa Geotec S.A con el fin de conocer los parámetros que regirán el proyecto.

Resultados

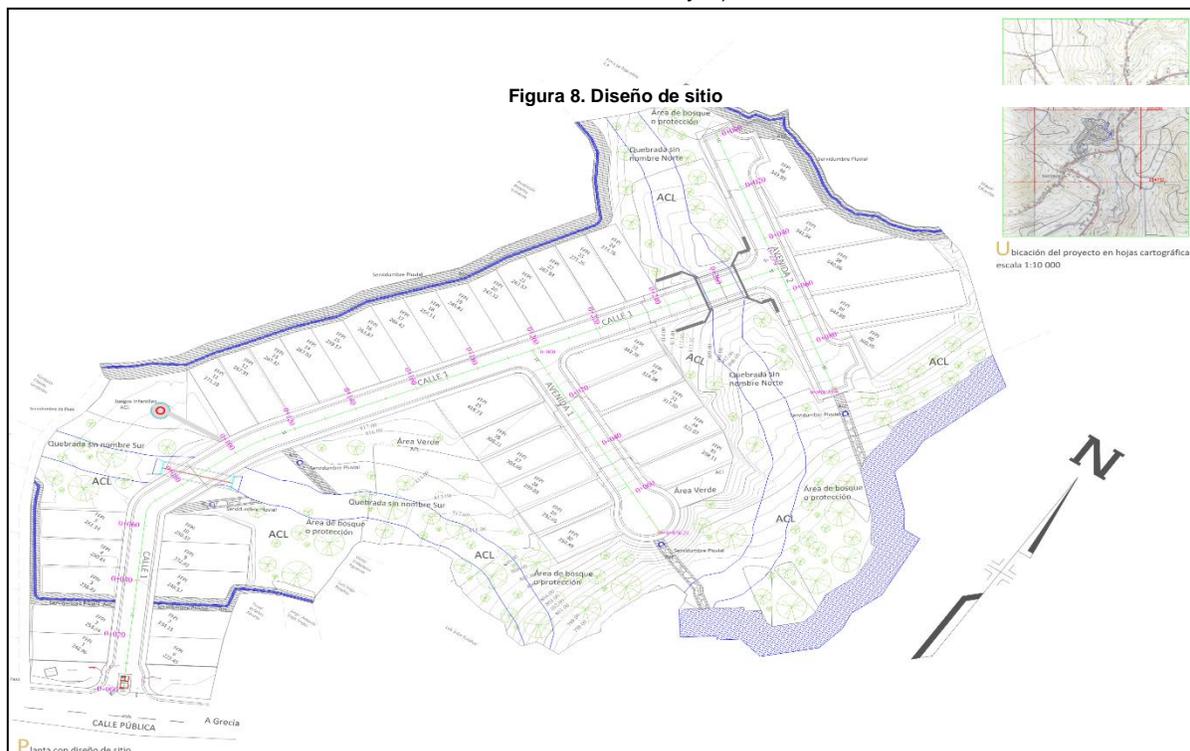
A continuación se presentarán los resultados obtenidos de la realización de este proyecto. Estos son parte de los Apéndices donde se pueden observar los planos de las obras diseñadas durante la práctica profesional dirigida, es importante mencionar que el levantamiento de las curvas de nivel fue realizado por un topógrafo, toda esta información fue dada para iniciar el diseño de las obras como parte de la información preliminar requerida. Para comprender mejor los resultados, estos se dividirán por etapas:

Anteproyecto

En esta etapa se definieron los siguientes aspectos:

- Calle principal y accesos secundarios
- Acceso al condominio
- Distribución de lotes
- Zonas comunes
- Zonas de protección

La Figura 8 muestra la ubicación y distribución de cada una de estas zonas (Ver Apéndice, Láminas 2 y 4).



Diseño Geométrico

En esta etapa, se realizó el diseño geométrico horizontal de las calles (Ver Apéndice, Lámina 5: Diseño geométrico del sitio), para las cuales se definió una sección típica única, que incluye dos carriles de 3.65 m de ancho (uno por sentido), 1 metro de acera a cada lado, y 0.6 metros de zona verde entre acera, y cordón y caño, como se muestra en la Figura 9 (Ver Apéndice, Lámina 21).

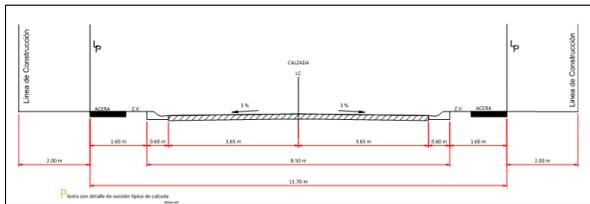


Figura 9. Sección típica de calzada (Ver Apéndice, Lámina 21).

Posteriormente, se crearon los corredores de los caminos basados en esta sección. Con ello se obtuvo el alineamiento de Calle 1 con una longitud de 279.00 m, Avenida 1 con una longitud de 76.51 m y Avenida 2 con una longitud de 98.33 m, como se puede observar en la Lámina 4 del Apéndice.

El diseño horizontal cuenta con 2 curvas circulares ubicadas en Calle 1, las cuales tienen radios de 7.39 m y 69.49 m como se observa en la Figura 10 (Ver Apéndice, Lámina 4).

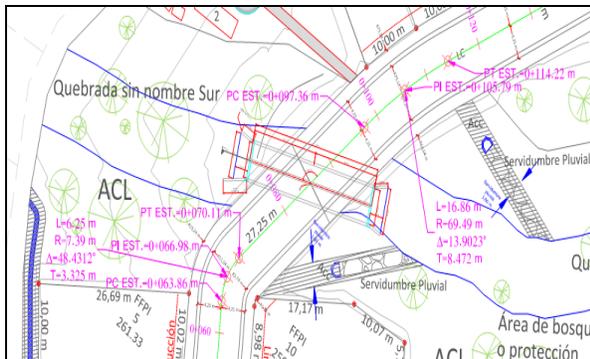


Figura 10. Detalle de curvas sobre Calle 1 (Ver Apéndice, Lámina 4).

También, es posible observar en el Apéndice, Lámina 4, el diseño de dos martillos sobre Avenida 2 y una rotonda al final de Avenida 1. En el caso de los martillos, estos tienen un radio

de giro de 6.00 m y el de la rotonda es de 7.90 m, mayor al ancho de la calzada el cual es de 7.30, esto se hizo con el fin de garantizar una movilidad vehicular confortable. Los detalles de los martillos y rotonda se muestran en las figuras siguientes:

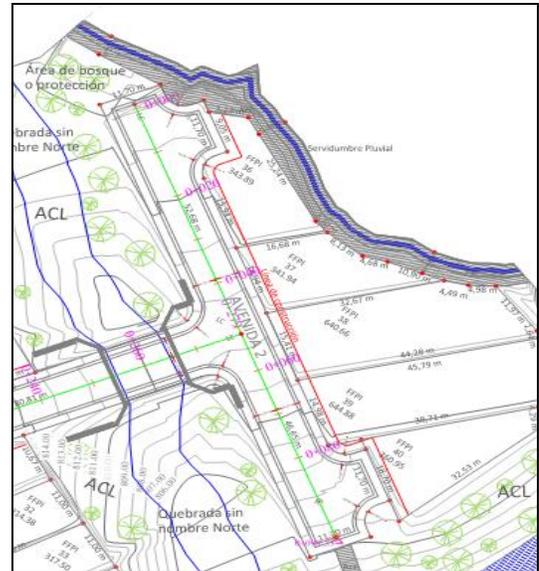


Figura 11. Ubicación y detalle de martillos sobre Avenida 2 (Ver Apéndice, Lámina 4).

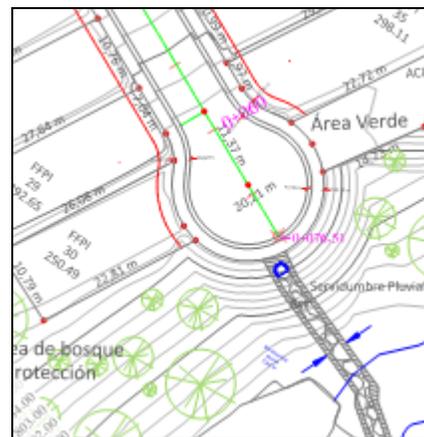


Figura 12. Ubicación y detalle de rotonda sobre Avenida 1 (Ver Apéndice, Lámina 4).

Posteriormente, se elaboraron los perfiles del terreno y se obtuvo la rasante. En las figuras siguientes se mostraran las rasantes (color rojo) y la línea de terreno natural (color verde) para Calle 1, Avenida 1 y Avenida 2 (Ver Apéndice, Láminas 9, 11 y 12, para mayor detalle).

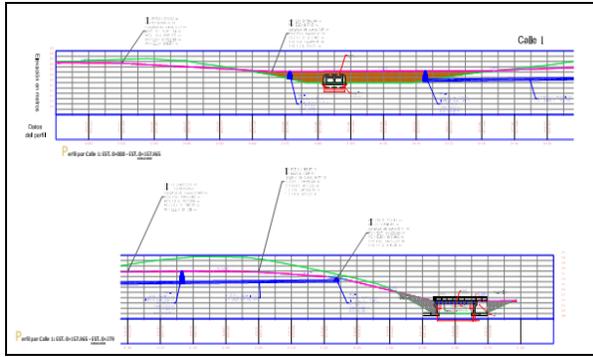


Figura 13. Perfil del terreno natural y rasante sobre Calle 1 (Ver Apéndice, Lámina 9).

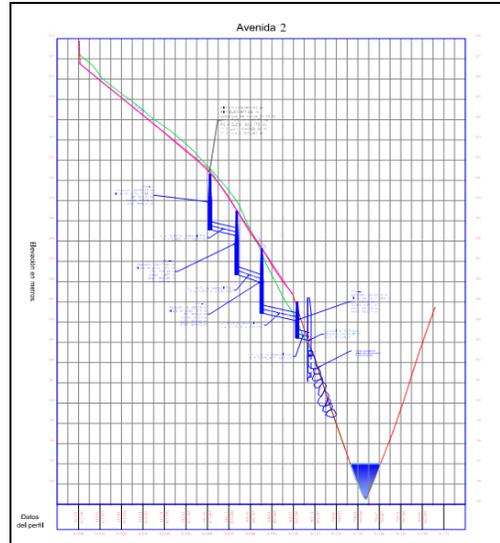


Figura 15. Perfil del terreno natural y rasante sobre Avenida 2 (Ver Apéndice, Lámina 12).

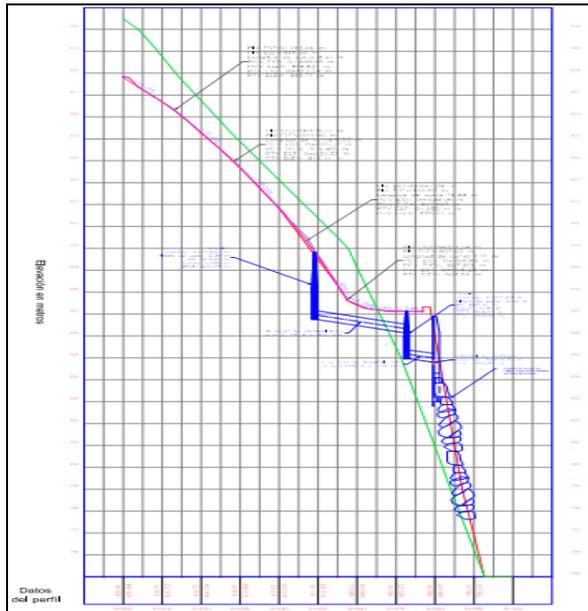


Figura 14. Perfil del terreno natural y rasante sobre Avenida 1 (Ver Apéndice, Lámina 11).

La figura 16 nos muestra un resumen de las curvas verticales sobre cada acceso del condominio y sus valores de longitud, pendiente de entrada y salida, y sus estacionamientos. Para mayor detalle, ver Apéndice, Láminas 9, 11 y 12.

Curvas sobre Calle 1									
Longitud de curva (m)	g1	g2	PCV EST. (m)	PCV ELEV. (m)	PIV EST. (m)	PIV ELEV. (m)	PTV EST. (m)	PTV ELEV. (m)	
1	5.72	-0.57%	-3.43%	0+017.14	818.720	0+020.00	818.700	0+022.86	818.610
2	1.94	-3.43%	0.20%	0+064.97	817.162	0+065.94	817.130	0+066.91	817.130
3	52.60	3.06%	-0.50%	0+133.68	817.289	0+159.97	818.090	0+186.28	817.960
4	17.91	-0.50%	-4.47%	0+191.01	817.940	0+199.97	817.890	0+208.92	817.470
5	6.14	-4.47%	-15.12%	0+220.90	816.960	0+223.97	816.820	0+227.04	816.360

Curvas sobre Avenida 1									
Longitud de curva	g1	g2	PCV EST. (m)	PCV ELEV. (m)	PIV EST. (m)	PIV ELEV. (m)	PTV EST. (m)	PTV ELEV. (m)	
1	8.41	-11.10%	-15.41%	0+008.85	816.821	0+013.06	816.350	0+017.26	815.710
2	6.02	-15.41%	-18.55%	0+025.32	814.465	0+028.33	814.000	0+031.33	813.440
3	16.88	-18.55%	-27.69%	0+038.56	812.103	0+047.08	810.520	0+055.44	808.210
4	1.41	-27.69%	-6.96%	0+056.81	807.818	0+057.54	807.630	0+058.26	807.580

Curvas sobre Avenida 2									
Longitud de curva	g1	g2	PCV EST. (m)	PCV ELEV. (m)	PIV EST. (m)	PIV ELEV. (m)	PTV EST. (m)	PTV ELEV. (m)	
1	14.43	-8.63%	-16.02%	0+053.75	812.178	0+061.00	811.550	0+068.18	810.400

Figura 16. Cuadro resumen de curvas verticales.

Movimiento de tierras

La figura 17 muestra la relación que se obtuvo entre corte y relleno, y además el porcentaje de material sobrante que se debe depositar, ya sea dentro de un área adecuada para tal fin dentro

del proyecto, o buscar una zona fuera del proyecto para este fin.

Volúmenes del movimiento de tierras	
Volumen de capa vegetal =	5696.45 m ³
Volumen de corte =	24137.48 m ³
Volumen de relleno =	19347.62 m ³
Material sobrante =	4789.86 m ³
% de material sobrante =	19.84%

Figura 17. Volúmenes de capa vegetal, material de corte-relleno y porcentaje de material sobrante.

Además, se marcaron las zonas de corte (celeste) y relleno (verde claro) en planta así como la elevación de cada terraza o finca filial como se muestra en la figura siguiente:

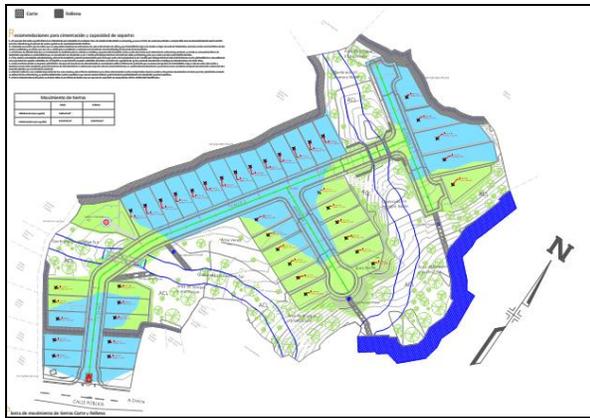


Figura 18. Detalle de movimiento de tierras (Ver Apéndice, Lámina 6).

Como parte del diseño del condominio, se realizó un modelo 3D con el programa AutoCAD Civil 3D (versión de prueba) del terrajeo y vialidad del condominio, con lo cual fue posible estimar, de manera más precisa los volúmenes de corte y relleno, la Figura 19 muestra este modelo.

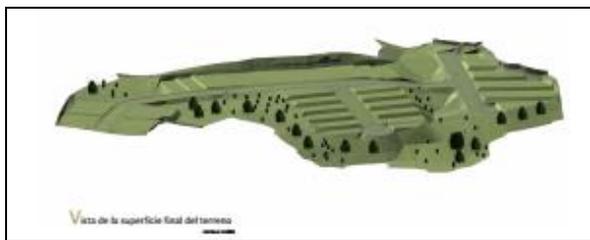


Figura 19. Modelo de la superficie final del terreno del condominio (Ver Apéndice, Lámina 7).

Diseño de alcantarillado pluvial

En cuanto al diseño del alcantarillado, este se realizó con base en la rasante final; utilizando la normativa y requerimientos para este tipo de obras, según al AyA. El sistema se dividió en cuatro líneas como se muestra en la Figura 20. Y sus desfogues son a cuerpos de agua.

En el caso de las líneas 1 y 2, estas desfogan hacia la quebrada sin nombre Sur, mientras que las líneas 3 y 4 desfogan al río Poró.

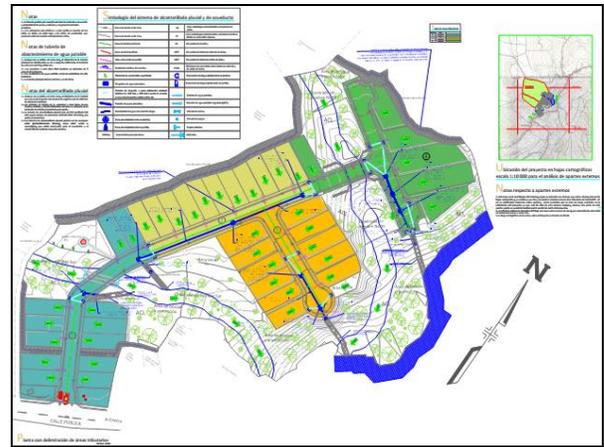


Figura 20. Planta de distribución del sistema de alcantarillado pluvial (Ver Apéndice, Lámina 8)

La Figura 21 muestra el perfil de las líneas 1 y 2, mientras que en la Figura 22 se observa el detalle del desfogue de ambas líneas.

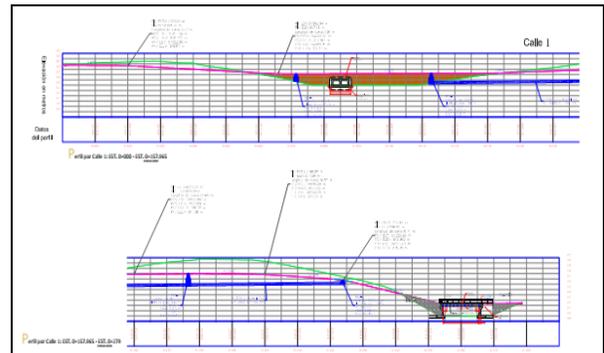


Figura 21. Detalle de alcantarillado sobre Calle 1: Líneas 1 y 2 (Ver Apéndice, Lámina 9).

Pozo	ER	EFET	EFST	Altura
PP1-1	817.14 m	-	815.78 m	1.28 m
PP2-1	816.75 m	-	815.98 m	0.67 m
PP2-2	818.10 m	815.69 m	815.69 m	2.23 m
PP2-3	817.24 m	815.26 m	815.26 m	1.89 m
PP3-1	809.85 m	-	806.77 m	2.99 m
PP3-2	807.14 m	806.13 m	804.98 m	2.08 m
PP4-1	811.31 m	-	808.57 m	2.66 m
PP4-2	809.49 m	808.26 m	806.36 m	3.05 m
PP4-3	807.64 m	805.94 m	804.45 m	3.11 m
PP4-4	805.00 m	804.06 m	803.24 m	1.68 m

Figura 26. Elevaciones y altura de pozos de registro
(Ver Apéndice, Láminas 9, 10, 11 y 12).

La tubería empleada es de PVC de 400 mm de diámetro en las 4 líneas. Se puede verificar en la Figura 30, que nos muestra el cálculo del sistema.

Es importante mencionar que los detalles de pozos, tuberías y notas generales se observan con mayor claridad en el Apéndice: Láminas 8, 9, 10, 11 y 12.

En cuanto a los detalles constructivos el sistema cuenta con 17 tragantes, ubicados en los puntos más bajos del sistema, que funcionan como medio superficial para evacuar las aguas hacia los pozos de registro. La tubería que conecta los tragantes con los pozos es de 400 mm. Además, se utiliza cordón y caño como sistema de conducción del agua hasta cada tragante. El tipo de pozo de registro empleado es el estipulado por el AyA en el “Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales” publicado en el alcance N° 8 de La Gaceta del 16 de marzo de 2007. El detalle se muestra en la Figura 27.

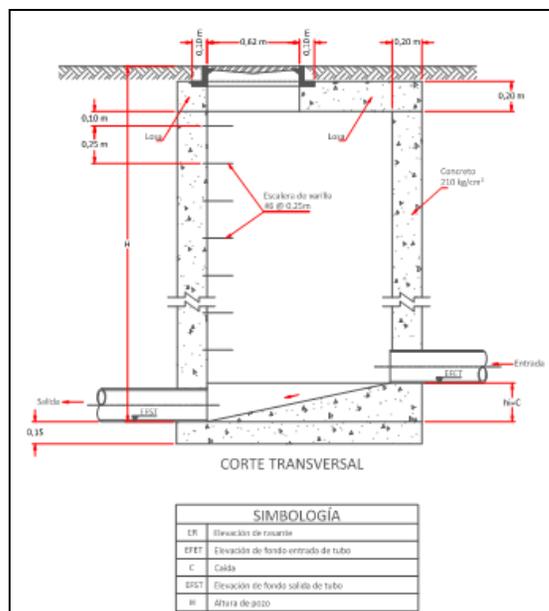


Figura 27. Detalle de pozo de registro pluvial
(Ver Apéndice, Lámina 15).

El detalle de tragantes se observa en la Figura 28. Igual que el pozo de registro, fue tomado según los diseños sugeridos por el AyA para este tipo de estructuras.

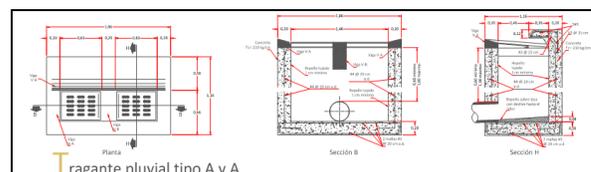


Figura 28. Tragante tipo AyA (Ver Apéndice, Lámina 15)

En cuanto al cordón y caño, este se puede apreciar en la Figura 29.

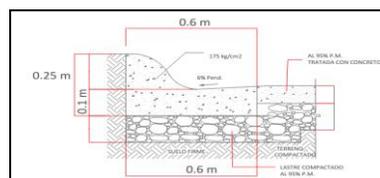


Figura 29. Detalle de cordón y caño
(Ver Apéndice, Lámina 21).

La Figura 30 muestra el cálculo del sistema de alcantarillado pluvial, según las especificaciones del AyA.

Cálculo de velocidad y fuerza tractiva		
Tramo	Velocidad (m/s)	Fuerza tractiva (kg/cm²)
1	0.85	0.0001
2	0.92	0.0002
3	1.05	0.0004
4	1.18	0.0007
5	1.32	0.0012
6	1.48	0.0020
7	1.65	0.0032
8	1.85	0.0050
9	2.08	0.0075
10	2.35	0.0115
11	2.65	0.0170
12	3.00	0.0240
13	3.40	0.0330
14	3.85	0.0450
15	4.35	0.0600
16	4.90	0.0780
17	5.50	0.1000
18	6.15	0.1260
19	6.85	0.1560
20	7.60	0.1910
21	8.40	0.2310
22	9.25	0.2760
23	10.15	0.3260
24	11.10	0.3810
25	12.10	0.4410
26	13.15	0.5060
27	14.25	0.5760
28	15.40	0.6510
29	16.60	0.7310
30	17.85	0.8160
31	19.15	0.9060
32	20.50	1.0010
33	21.90	1.1010
34	23.35	1.2060
35	24.85	1.3160
36	26.40	1.4310
37	28.00	1.5510
38	29.65	1.6760
39	31.35	1.8060
40	33.10	1.9410
41	34.90	2.0810
42	36.75	2.2260
43	38.65	2.3760
44	40.60	2.5310
45	42.60	2.6910
46	44.65	2.8560
47	46.75	3.0260
48	48.90	3.2010
49	51.10	3.3810
50	53.35	3.5660
51	55.65	3.7560
52	58.00	3.9510
53	60.40	4.1510
54	62.85	4.3560
55	65.35	4.5660
56	67.90	4.7810
57	70.50	5.0010
58	73.15	5.2260
59	75.85	5.4560
60	78.60	5.6910
61	81.40	5.9310
62	84.25	6.1760
63	87.15	6.4260
64	90.10	6.6810
65	93.10	6.9410
66	96.15	7.2060
67	99.25	7.4760
68	102.40	7.7510
69	105.60	8.0310
70	108.85	8.3160
71	112.15	8.6060
72	115.50	8.9010
73	118.90	9.2010
74	122.35	9.5060
75	125.85	9.8160
76	129.40	10.1310
77	133.00	10.4510
78	136.65	10.7760
79	140.35	11.1060
80	144.10	11.4410
81	147.90	11.7810
82	151.75	12.1260
83	155.65	12.4760
84	159.60	12.8310
85	163.60	13.1910
86	167.65	13.5560
87	171.75	13.9260
88	175.90	14.3010
89	180.10	14.6810
90	184.35	15.0660
91	188.65	15.4560
92	193.00	15.8510
93	197.40	16.2510
94	201.85	16.6560
95	206.35	17.0660
96	210.90	17.4810
97	215.50	17.9010
98	220.15	18.3260
99	224.85	18.7560
100	229.60	19.1910

Figura 30. Memoria de cálculo para el sistema de alcantarillado pluvial (Ver Apéndice, Lámina 15).

Los valores obtenidos de velocidad y fuerza tractiva se muestran en la Figura 30, para mayor detalle, ver Apéndice, Lámina 15.

Posteriormente, se definió una cuenca con el propósito de obtener el caudal de aportes externos que recibe el proyecto. El área de aportes externos es de 6ha6222.707 m² y se muestra en la Figura 31.

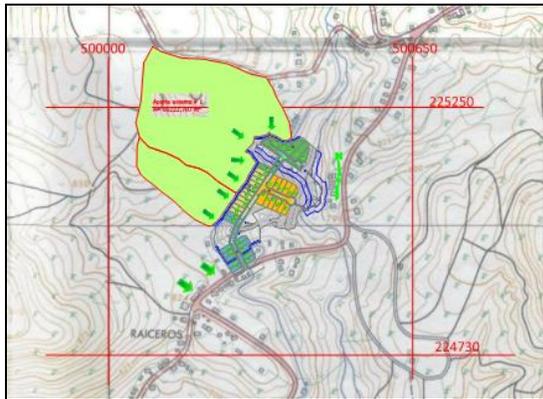


Figura 31. Aportes externos al proyecto (Ver Apéndice, Lámina 8).

El caudal debido a aportes externos y al canal de riego existente es de 2.903 m³/s (ver Apéndice 2). Para el cálculo se utilizó el método racional. Este caudal se empleó como caudal de diseño para las mejoras al canal de riego existente que atraviesa la finca como se muestra en la Figura 32.

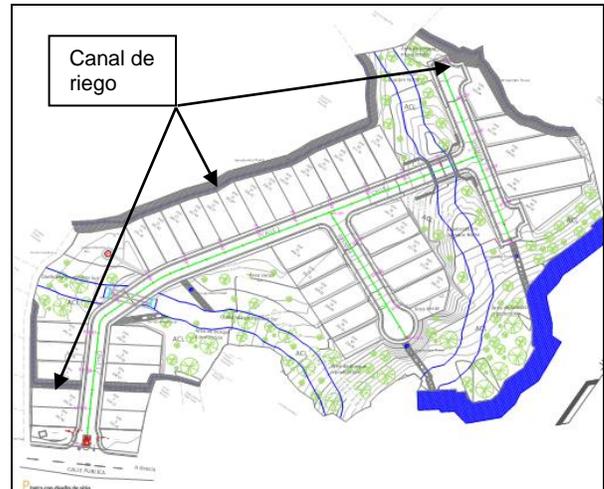


Figura 32. Ubicación del canal de riego (Ver Apéndice, Lámina 8).

Se escogió una sección rectangular para el canal de altura variable, como se observa en la Figura 33. Además, se utilizó un factor de seguridad de 1.2, lo cual nos da un borde libre de un 20 % en toda la sección del canal.

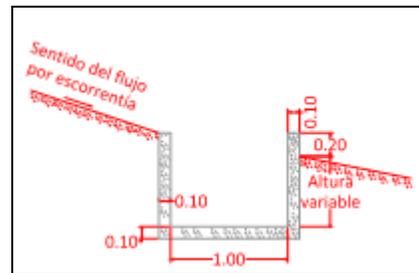


Figura 33. Sección rectangular del canal de riego abierto de altura variable (Ver Apéndice, Lámina 13).

En la figura 34 se puede ver el tirante del canal, de acuerdo con la sección y sus características de pendiente y longitud (ver Apéndice, Lámina 13: Perfiles del canal de riego). El tirante normal en cada tramo fue calculado con el programa H-Canales, desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola por el profesor Máximo Villón Bejár (Ver Anexo 3).

Los medidores se instalarán en cajas de protección verticales como lo indica la normativa del AyA en la “Reglamentación técnica para diseño y construcción de urbanizaciones, condominios y fraccionamientos” (Ver Apéndice, Lámina 15).

Tabla final de áreas

La Figura 38 constituye la tabla Descriptiva para cada finca filial primaria individualizada. En la misma se aprecian los valores de área de cada finca, área de construcción, altura máxima de construcción y el coeficiente de copropiedad de cada una de las fincas filiales.

CUADRO DE AREAS CONDOMINIO HORIZONTAL EL PUENTE CON FINCAS FILIALES PRIMARIAS INDIVIDUALIZADAS								
FINCA FILIAL PRIMARIA INDIVIDUALIZADA	AREA DE FINCA	ALTURA	AREA MAXIMA DE	COBERTURA	AREA DE	INDICE DE	COEFICIENTE DE	COEFICIENTE DE
		EDIFICIOS EN PISOS		MAXIMA PROPIETA		CONSTRUCCION		COPROPIEDAD (F.F.P.I./F.F.P.T.)x100
F.F.P.I. No. 1	242.96	2	340.144	70%	170.07	1.4	0.020	2.0%
F.F.P.I. No. 2	253.94	2	355.516	70%	177.76	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 3	238.49	2	333.886	70%	166.94	1.4	0.020	2.0%
F.F.P.I. No. 4	250.45	2	350.630	70%	175.32	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 5	261.33	2	365.862	70%	182.93	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 6	222.45	2	311.430	70%	155.72	1.4	0.019	1.9%
F.F.P.I. No. 7	234.15	2	327.810	70%	163.91	1.4	0.020	2.0%
F.F.P.I. No. 8	248.57	2	347.998	70%	174.00	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 9	272.92	2	382.088	70%	191.04	1.4	0.023	2.3%
F.F.P.I. No. 10	250.37	2	350.518	70%	175.26	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 11	271.18	2	379.652	70%	189.83	1.4	0.023	2.3%
F.F.P.I. No. 12	267.91	2	375.074	70%	187.54	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 13	267.42	2	374.388	70%	187.19	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 14	267.03	2	373.842	70%	186.92	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 15	259.17	2	362.838	70%	181.42	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 16	263.87	2	369.418	70%	184.71	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 17	266.42	2	372.988	70%	186.49	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 18	256.11	2	358.554	70%	179.28	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 19	245.81	2	344.134	70%	172.07	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 20	247.32	2	346.248	70%	173.12	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 21	262.57	2	367.598	70%	183.80	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 22	267.93	2	375.102	70%	187.55	1.4	0.022	2.2%
F.F.P.I. No. 23	271.26	2	379.764	70%	189.88	1.4	0.023	2.3%
F.F.P.I. No. 24	273.26	2	382.564	70%	191.28	1.4	0.023	2.3%
F.F.P.I. No. 25	418.73	2	586.222	70%	293.11	1.4	0.035	3.5%
F.F.P.I. No. 26	308.21	2	431.494	70%	215.75	1.4	0.026	2.6%
F.F.P.I. No. 27	303.66	2	425.124	70%	212.56	1.4	0.025	2.5%
F.F.P.I. No. 28	299.03	2	418.642	70%	209.32	1.4	0.025	2.5%
F.F.P.I. No. 29	292.65	2	409.710	70%	204.86	1.4	0.024	2.4%
F.F.P.I. No. 30	250.49	2	350.686	70%	175.34	1.4	0.021	2.1%
F.F.P.I. No. 31	342.78	2	479.892	70%	239.95	1.4	0.029	2.9%
F.F.P.I. No. 32	314.38	2	440.132	70%	220.07	1.4	0.026	2.6%
F.F.P.I. No. 33	317.20	2	444.080	70%	222.04	1.4	0.027	2.7%
F.F.P.I. No. 34	321.07	2	449.498	70%	224.75	1.4	0.027	2.7%
F.F.P.I. No. 35	298.11	2	417.354	70%	208.68	1.4	0.025	2.5%
F.F.P.I. No. 36	343.89	2	481.446	70%	240.72	1.4	0.029	2.9%
F.F.P.I. No. 37	341.94	2	478.716	70%	239.36	1.4	0.029	2.9%
F.F.P.I. No. 38	640.66	2	896.924	70%	448.46	1.4	0.054	5.4%
F.F.P.I. No. 39	644.88	2	902.832	70%	451.42	1.4	0.054	5.4%
F.F.P.I. No. 40	360.95	2	505.330	70%	252.67	1.4	0.030	3.0%
Total	11961.52		16746.13		8373.06		1.000	100.0%
Área / m2								
Lotes	11,961.52		5015.52%					
Calles y aceras	5,516.59		2313.13%					
Juegos infantiles, áreas recreativas, parques y zonas verdes	2,236.52		937.79%					
Servidumbres	2,410.61		1010.78%					
Zonas de Protección	14,341.66		5827.80%					
TOTAL	36,023.97		15105.02%					
error			0.000%					
TOTAL (teórico)			36023.971					

Figura 38. Tabla descriptiva de cada Finca Filial Primaria Individualizada (Ver Apéndice, Lámina 5)

Se elaboró el cuadro general y total de área, donde se puede ver el área total de la finca madre y el desglose de las áreas según su uso, servidumbres pluviales y zonas de protección; con lo cual se determinó el área urbanizable. A continuación, se desglosa el área de terreno urbanizable en área vendible, vialidad y áreas comunes libres o construidas.

En esta tabla se incluyen el número de lotes, el área de lotes promedio, el área de lote mínima y el frente mínimo de lote presente en el condominio. Este cuadro se muestra en la Figura 39, a continuación.

CUADRO GENERAL Y TOTAL DE AREAS				
DESCRIPCCION				m2
AREA TOTAL DE FINCA MADRE				36,023.97
ZONAS DE PROTECCION DE QUEDRADAS Y RIO PORÓ				13,898.73
SERVIDUMBRE PLUVIAL				2,410.61
TOTAL URBANIZABLE				19,714.63
USO TERRENO URBANIZABLE				
USO	ELEMENTO	m ²	m ²	%
VENDIBLES	FINCA FILIALES PRIMARIAS INDIVIDUALIZADAS	11961.52	11,961.52	62.07%
VIAS	ACCESOS	0	5,516.59	28.63%
	CALLES Y ACERAS	5516.59		
AREAS COMUNES [LIBRES -CONTRUIDAS]	ZONAS VERDES Y PARQUE	1568.44	2202.12	11.17%
	PARQUE O RESERVA DE BOSQUE	-		
	JUEGOS INFANTILES NUCLEO 1	633.676		
	CASETA 1	21.41	34.41	0.17%
	DEPOSITO DE BASURA	2.73		
	AREA DE MURO	10.26		
TOTAL TERRENO URBANIZABLE			19,714.63	100%
NUMERO DE FINCAS FILIALES PRIMARIAS INDIVIDUALIZADAS				40
AREA DE FINCA FILIAL PRIMARIA INDIVIDUALIZADA PROMEDIO (m2)				299.038
AREA DE FINCA FILIAL PRIMARIA INDIVIDUALIZADA MINIMA (m2)				(FF 6) 222.45
AREA COMÚN POR FINCA FILIAL PRIMARIA INDIVIDUALIZADA (m2)				49.34
FRENTE MINIMO DE FINCA FILIAL PRIMARIA INDIVIDUALIZADA				(FF 8) 10.02

Figura 39. Cuadro General y total de áreas (Ver Apéndice, Lámina 5).

Detalles constructivos

El área de juegos infantiles se presenta en la Figura 40. Esta tiene un total de 6 distintos juegos distribuidos en un área de 633.676 m². Cuenta con una malla perimetral como medida de protección para sus usuarios.

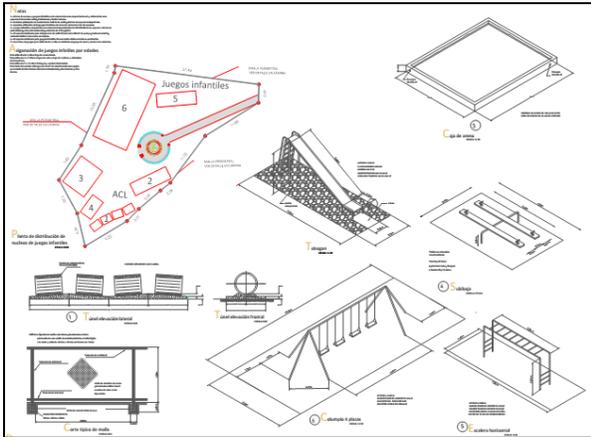


Figura 40. Distribución y detalle de juegos infantiles (Ver Apéndice, Lámina 20).

También, se incluye el detalle de alcantarilla cuadrada escogido por la empresa para realizar el paso por la quebrada sin nombre Sur así como el detalle del puente elegido también por la empresa para el paso por la quebrada sin nombre Norte. Ambos detalles se muestran en la Figura 41 y 42, respectivamente.

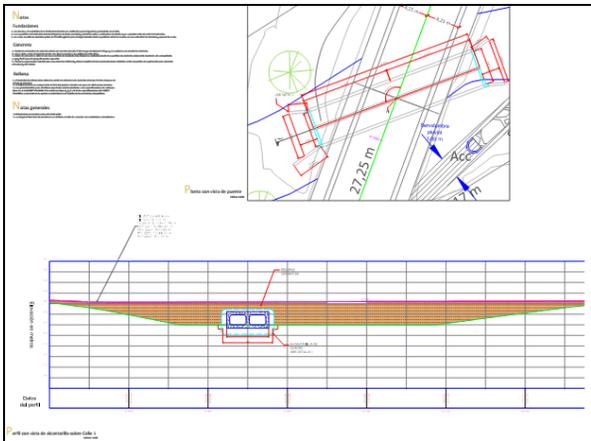


Figura 41. Detalle de perfil y planta de alcantarilla sobre Quebrada sin nombre Sur (Ver Apéndice, Lámina 16, 17 y 18).

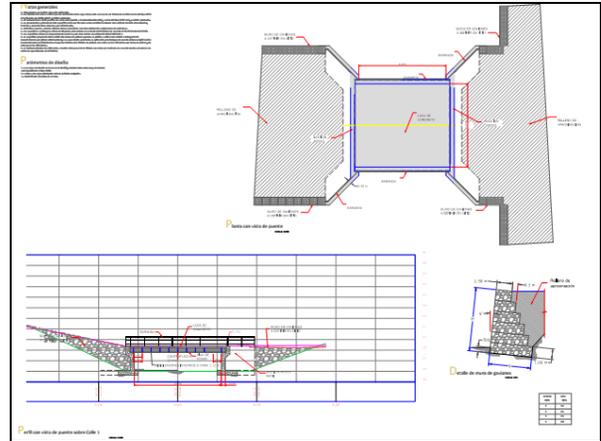


Figura 42. Detalle de perfil y planta del puente sobre Quebrada sin nombre Norte (Ver Apéndice, Lámina 19).

Finalmente, en las Figuras 43 y 44 se observa el detalle típico longitudinal de acera para el condominio y el detalle típico brindado por la empresa para la superficie de rueda.

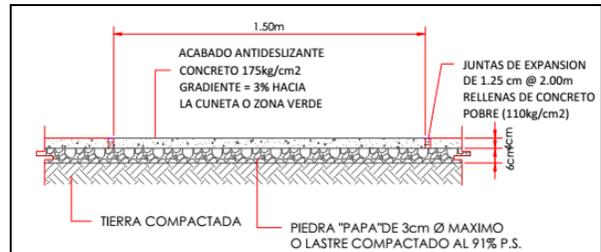


Figura 43. Detalle longitudinal típico de acera (Ver Apéndice, Lámina 21).

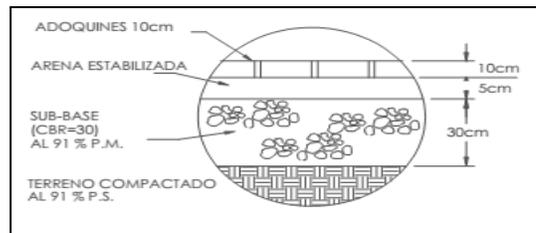


Figura 44. Detalle típico de espesores de capa de calle (Ver Apéndice, Lámina 21).

Análisis de los resultados

El análisis de resultados se enfocará en una discusión sobre las etapas de diseño realizadas durante el proyecto. No profundiza sobre los estudios hidrológicos, de suelos, la geología del sitio, ni tampoco la tramitología, ya que esto no estaba dentro del alcance del proyecto.

Primero, es importante mencionar que el uso de herramientas como AutoCAD Civil 3D (Versión Educativa) en proyectos de ingeniería, es de gran utilidad; debido a que disminuye los tiempos de dibujo y cálculo.

Durante la primera fase se hizo un trabajo de ubicación del proyecto, afectaciones a la propiedad, y rectificación de linderos. Esto es importante, ya que sirve como lineamiento para comenzar con el diseño de sitio y hacer la diferencia entre cuál es área privativa (AP), y lo que debe ser conservado como áreas comunes y zonas de protección.

Una vez identificadas las zonas de protección, el diseño de sitio tuvo varias fases hasta llegar a la forma presentada en este trabajo. Esto debido a la formación del terreno, el sitio se planificó haciendo un análisis de las curvas de nivel del mismo en su estado natural de manera que los lotes situados en zonas de relleno no superen los 2 metros.

Lo anterior, se dificultó en Avenida 1, ya que como se observa en la Lámina 11 del Apéndice, la zona es muy quebrada. Sin embargo, se logró mantener una diferencia entre terrazas de 2 metros. Únicamente en casos donde fue necesario, se aumentó esta diferencia en 0.5 metros (Ver Apéndice, Lámina 6).

A pesar de lo mencionado, la rotonda ubicada al final de Avenida 1 tiene aproximadamente 4.5 metros de relleno, a partir del centro de la misma, por lo cual el proceso constructivo debe ser bien controlado para evitar futuros problemas.

Durante el diseño de la superficie final del terreno, se optó por cortar una mayor cantidad de material en Calle 1 y la intersección con Avenida 1. Con el fin de reducir los costos en alcantarillado pluvial (Ver Apéndice, Lámina 11) y reducir los rellenos de aproximación a las obras de paso sobre la quebrada sin nombre Sur (Ver Apéndice, Lámina 16) y la quebrada sin nombre Norte (Ver Apéndice, Lámina 19).

En cuanto a la remoción de la capa vegetal, esta tiene un espesor de 40 cm, para un volumen de 5696.45 m³ de material que debe extraerse y no es utilizable como material de relleno, por sus características mecánicas.

El volumen de movimiento de tierras final, sin presencia de la capa vegetal y que será material utilizado como relleno es de 24137.48 m³ para el material de corte y para el material de relleno es de 19347.62 m³, lo cual deja un sobrante de 4789.86 m³ que representa un 19.84% del movimiento de tierras. Lo que constituye un porcentaje moderado comparado con el total del movimiento de tierras.

Aun así, la empresa debe tramitar los permisos para el movimiento de tierra fuera de la propiedad, como un proyecto aparte, al ser mayor a 300 m³, según lo establece en el Código de Buenas Prácticas Ambientales de la SETENA.

Retomando el diseño del sitio, el área destinada para lotes representa un 33.2% (1ha1961.52 m²) del área de la finca madre, que tiene una superficie

de 3ha6023.97 m², que no es un porcentaje elevado. Sin embargo, según la información brindada por la empresa si resulta factible realizar el proyecto.

En cuanto a las áreas comunes y de juegos infantiles el proyecto cuenta con 2202.12 m², superando el 10% (800 m² para este proyecto) del área según la normativa del “Reglamento para el control nacional de fraccionamientos y urbanizaciones”. Incluyendo juegos infantiles, zonas verdes y de recreo.

Además, si se observan los perfiles del terreno (Ver Apéndice, Láminas 9, 11 y 12) y la Figura 26 donde se muestran las elevaciones de los pozos, es claro que el terreno en Avenida 1 presenta la zona con topografía más quebrada de la finca.

El sistema de alcantarillado cumple con la normativa de diseño, por cuanto el valor de velocidad más elevado es de 2.23 m/s en los desfuegos de las líneas 3 y 4, menor a 5 m/s, que es el máximo permitido por la normativa del AyA para evitar erosión. Por esta razón, se colocaron disipadores de energía tipo rip-rap (Ver Apéndice, Lámina 15).

En cuanto a la fuerza tractiva, el menor valor del sistema es de 0.46 kg/m² en la línea 2. Este valor es mayor a 0.1 kg/m², que es el menor permitido por la normativa para evitar la acumulación de sedimento en el sistema de alcantarillado pluvial.

También, es importante mencionar que los tragantes se encuentran a menos de 120 m de distancia entre sí, y ubicados en los puntos bajos para así evitar inundaciones.

El sistema de distribución de agua potable cuenta con 40 previstas de polietileno de alta densidad. Los hidrantes están a una separación máxima de 110.7 m. Dentro de la normativa según el “Reglamento técnico sobre seguridad humana y protección contra incendios” que estipula una separación máxima entre hidrantes para condominios de 180 m.

Se colocaron también válvulas de cierre de manera tal que el sistema no se suspenda en todo el condominio cuando requiera reparaciones o mantenimiento; a menos que la intervención sea

antes de las válvulas en la intersección entre Calle 1 y Avenida 1 (Ver Apéndice, Lámina 14).

Para el paso por la quebrada sin nombre Norte se discutió con los ingenieros de la empresa sobre la manera de realizar estos pasos, y se decidió colocar un puente, con el fin de reducir el material de relleno requerido.

En la quebrada sin nombre Sur, inicialmente, se pretendía colocar un puente también. Pero por la conformación del terreno y el costo la empresa eligió una alcantarilla cuadrada.

Conclusiones

- Se analizaron las condiciones topográficas e hidrológicas del terreno. Esto dio sustento para realizar el diseño del sitio y el movimiento de tierras.
- Se analizó el Plan Regulador del Cantón de Grecia, el cual permite el desarrollo de proyectos en condominio horizontal en la zona donde se proyecta el Condominio. Además, el uso del suelo solicitado por la empresa a la Municipalidad Grecia permite que la propiedad sea desarrollada.
- Se realizó el diseño geométrico horizontal y vertical del condominio, que dio como resultado un total de 40 fincas filiales primarias individualizadas que representan un 60.67% del terreno urbanizable, el cual representa un 54.73% del total de la finca madre.
- Por medio del programa AutoCAD Civil 3D (versión educativa) se obtiene un volumen de corte y relleno preciso. Implementar este programa se tradujo en economía y una disminución en los tiempos de diseño y cálculo de volúmenes.
- El sistema de alcantarillado pluvial se diseñó con base en la normativa del AyA. El sistema lo componen 4 líneas con un total de 10 pozos de registro pluvial, así como los elementos de conducción y el control del flujo necesario para un adecuado tratamiento de las aguas pluviales.
- El sistema de abastecimiento de agua potable se diseñó también según la normativa del AyA y la normativa del Departamento de Bomberos del INS. Este cuenta con un sistema contra incendios (hidrantes) y los accesorios necesarios para mantenimiento y reparación de la red (válvulas de cierre y válvulas de purga).
- El cumplimiento de los requisitos de SETENA, para este caso, consiste en un formulario D1 con declaración jurada de compromisos ambientales. Los estudios ambientales realizados por la empresa garantizan que el proyecto cumple con los requisitos ambientales, según la normativa nacional.

Recomendaciones

- En las zonas de mayor relleno (Avenida 1), se recomienda proteger los taludes de la rotonda. Para evitar erosión y un posible debilitamiento del relleno, por humedad o peso de la estructura misma.
- Se recomienda construir senderos a las zonas de protección, como una forma de fomentar el ejercicio y sano esparcimiento para los condóminos. Además, esto daría valor agregado al proyecto haciendo más atractivo este a los futuros compradores.
- Se recomienda a la empresa, realizar el presupuesto de las obras del proyecto, ya que no estaba dentro del alcance de este trabajo efectuar un presupuesto.
- Se recomienda a la empresa llevar el material de desecho fuera del proyecto o encontrar un lugar apropiado dentro de la finca que se pretende desarrollar.
- Se recomienda obtener los permisos para la escombrera, viabilidad ambiental, permiso de construcción, entre otros.

Bibliografía

Edificaciones régimen de propiedad Horizontal Decreto N° 26259, ubicado en el alcance N°44, La Gaceta N°168, San José. 2 de Setiembre de 1997.

Reglamento para el control Nacional de Fraccionamiento y urbanizaciones. Alcance N°18, La Gaceta N°57, San José. 23 de Marzo de 1983.

Plan regulador urbano y rural del Cantón de Grecia. Ecoplan Corporación. Municipalidad de Grecia. Agosto de 2003.

INVU, 15 de Noviembre de 1968. *Ley de planificación Urbana N04240*, San José.

Reglamento de Construcciones. Gaceta N°56 del 22/3/83 y Gaceta N°177. 22 de Junio de 1986.

Reglamento de Vertido de Reúso de aguas residuales, Gaceta N°55, Alcance N°8. San José. 19 de Marzo del 2007.

Ley de propiedad horizontal M°7933, Gaceta N°229. San José. 1968.

Reglamento Gran Área Metropolitana (GAM). Última modificación por Decreto N°25902 del 2/8/97 y Cuadrantes Urbanos. Gaceta N° 244. 20 de Diciembre de 2000.

Reglamento técnico general sobre seguridad humana y protección contra incendios. Ley N° 8228, Gaceta N°11. San José. 17 de Enero de 2005.

Reglamento para trámite de Visado de Planos. Decreto N°27967. Alcance N°49, Gaceta N°130 del 13 de Febrero de 1996. 6 de Julio de 2000.

Reglamento de Zonas Industriales del GAM. Gaceta N°114. San José. 18 de Junio de 1985.

División Territorial Administrativa de Costa Rica según decreto N° 35213-MG, publicado en la Gaceta N°85 del 5 de Mayo de 2009, Gaceta N°100, San José. 26 de Mayo de 2009.

Medina, A. 2012. *Notas del curso Carreteras I, impartido el I Semestre del 2012*. Escuela de Ingeniería en Construcción. **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.**

Ramírez, J. 2014. *Notas del curso AutoCAD Civil 3D Básico impartido en Diseño de Procesos Constructivos, en Febrero de 2014*. **COLEGIO DE INGENIEROS TOPÓGRAFOS DE COSTA RICA.**

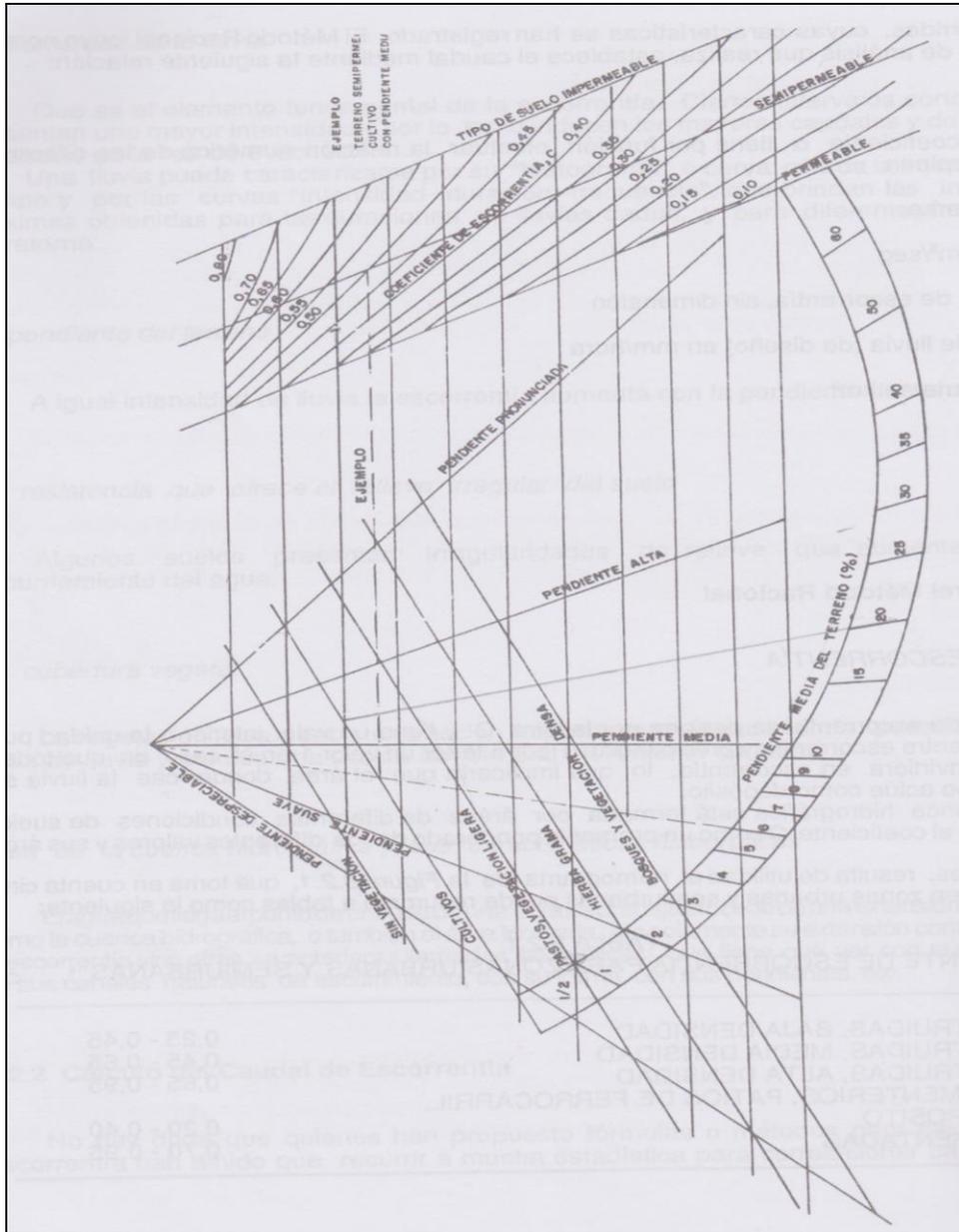
Dobles, M. (2009). **Trazado y Diseño Geométrico de Vías**. Editorial UCR.

Yee, A. Y Byfield, S. . 2004. *Trámites y reglamentación para urbanizaciones y condominios*. Facultad de Ingeniería Civil. **UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA.**

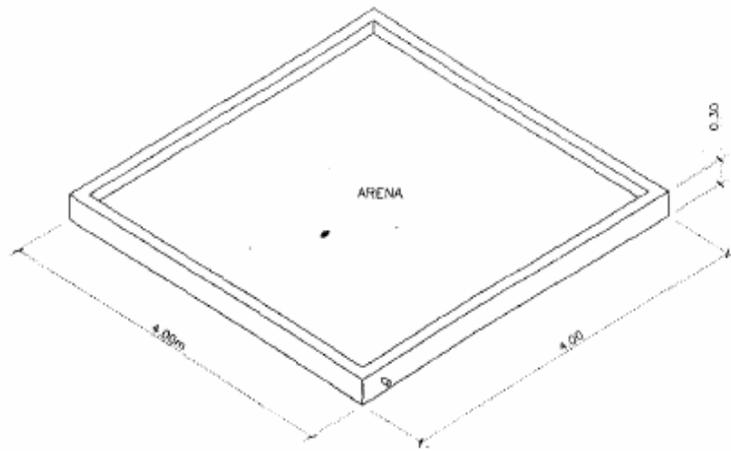
González, M. Y Masís, S. 2009. **DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS DE DISEÑO DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN COSTA RICA**. Informe proyecto final de graduación para optar por el grado de Maestría en Gerencia de Proyectos. Escuela de Administración de Empresas, Escuela de Ingeniería en Construcción y Escuela de Ingeniería en Computación. Tecnológico de Costa Rica.

Anexos

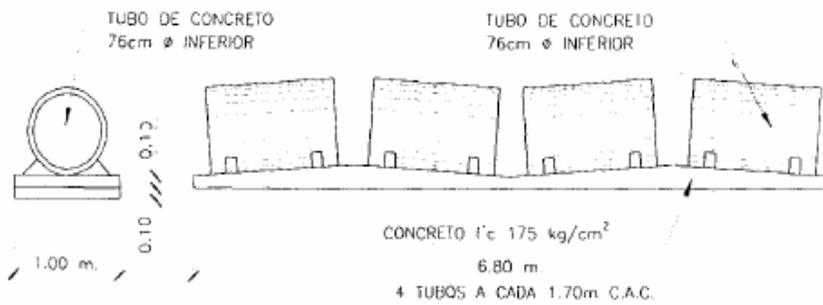
Anexo 1. Coeficientes de escorrentía para zonas rurales



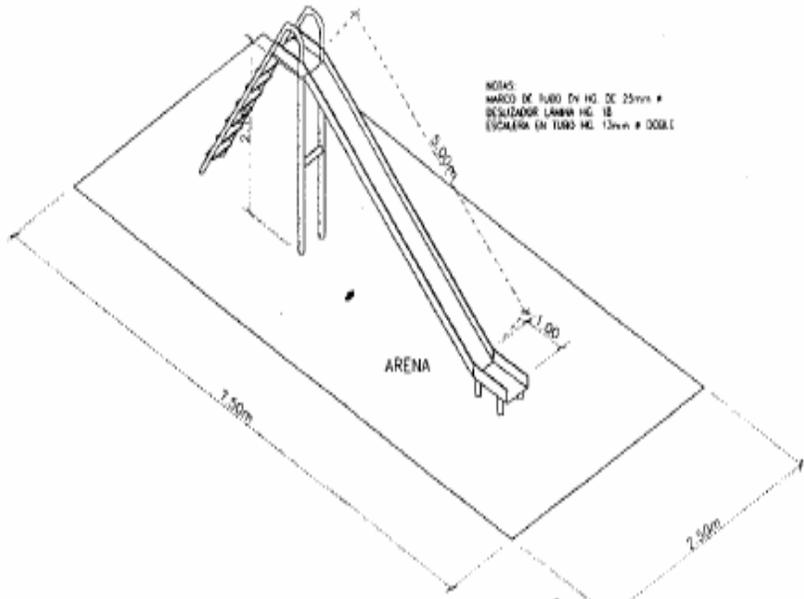
Anexo 2. Detalle de juegos infantiles para urbanizaciones y condominios.



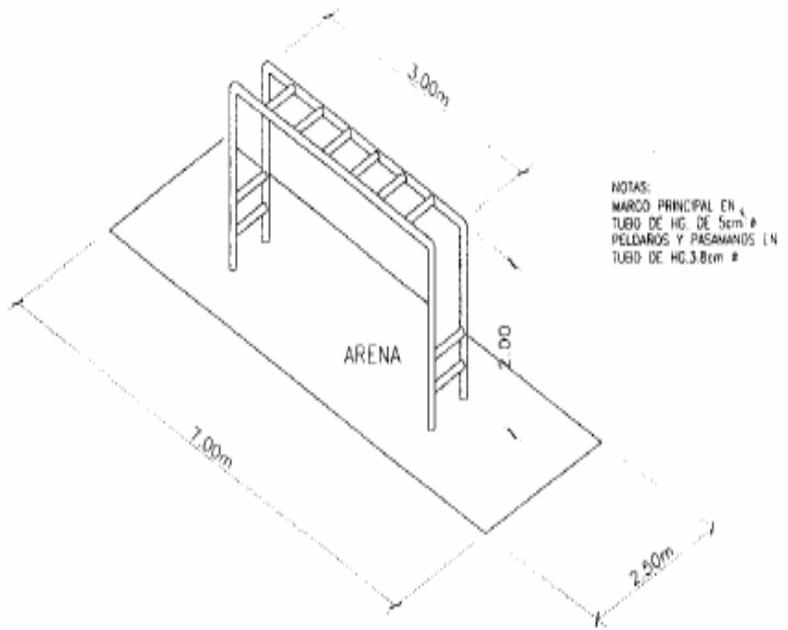
DETALLE CAJA DE ARENA
 (JUEGO INFANTIL DE 0 A 3 AÑOS)



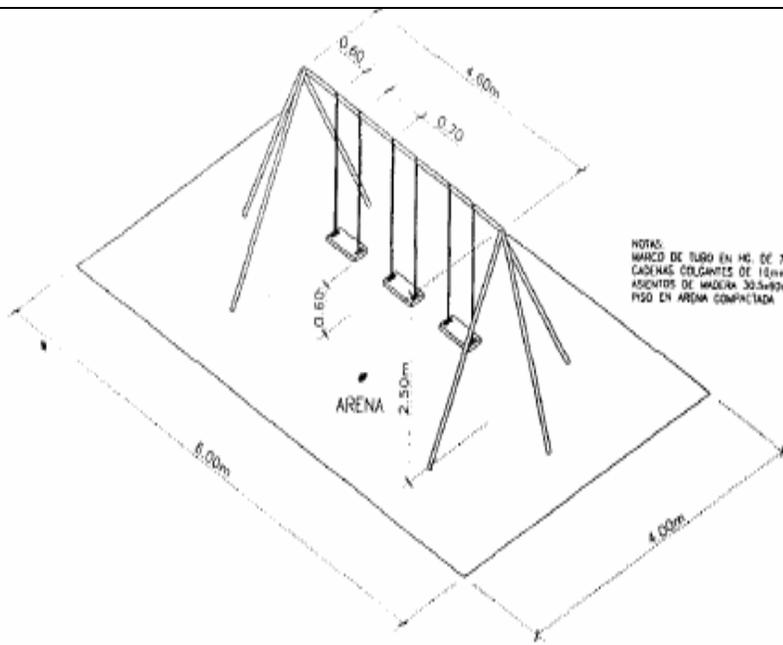
DETALLE TUNEL DE TUBOS
 (JUEGO INFANTIL DE 0 A 3 AÑOS)



DETALLE TOBOGÁN
 (JUEGO INFANTIL DE 7 A 13 AÑOS)

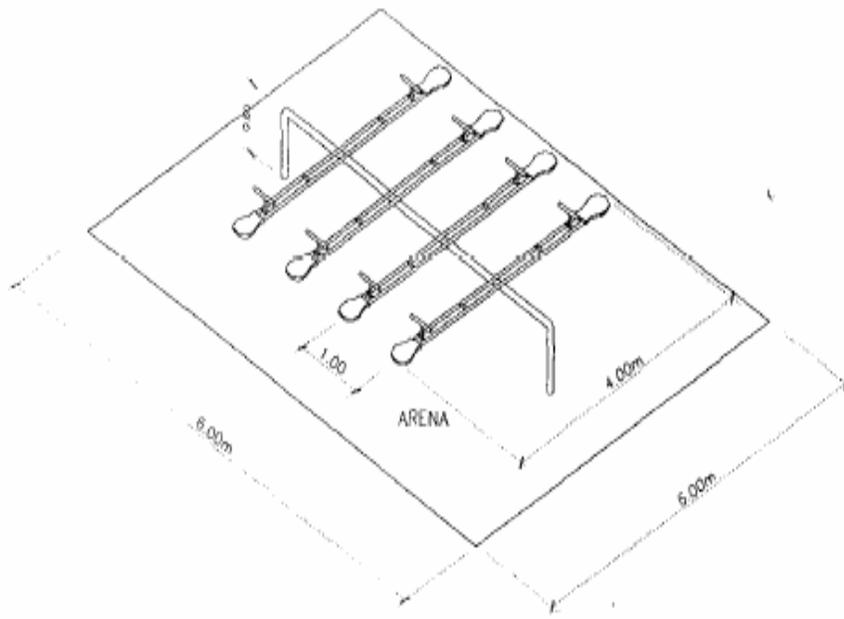


DETALLE ESCALERA HORIZONTAL
 (JUEGO INFANTIL DE 7 A 13 AÑOS)



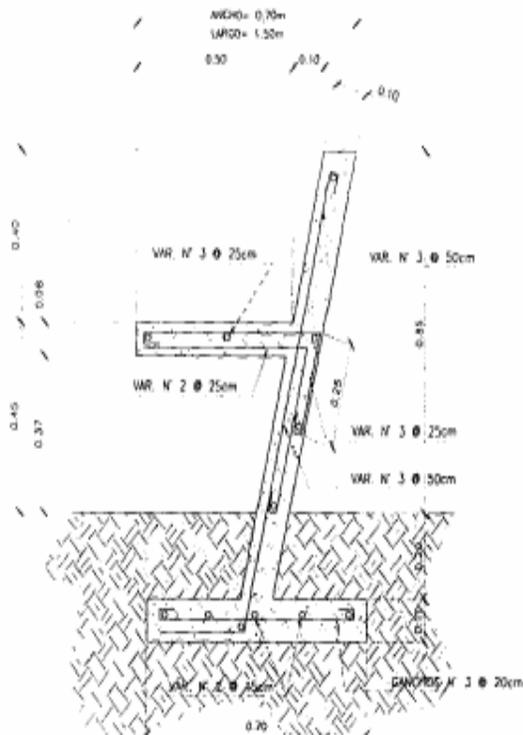
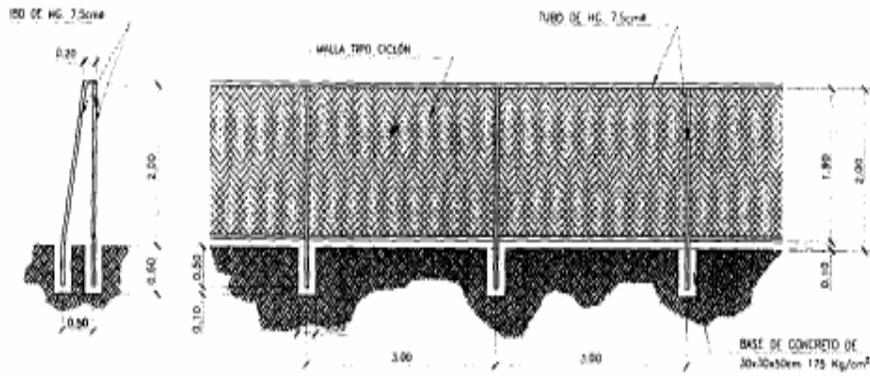
NOTAS:
 MARCO DE TUBO EN HC. DE 7.50m *
 CADENAS COLGANTES DE 12mm
 ASIENTOS DE MADERA 30.5x49x2.0cm
 PISO EN ARENA COMPACTADA

DETALLE COLUMPIOS
 (JUEGO INFANTIL DE 3 A 7 AÑOS)



DETALLE SUBE Y BAJA
 (JUEGO INFANTIL DE 3 A 7 AÑOS)

Área de Juegos Infantiles



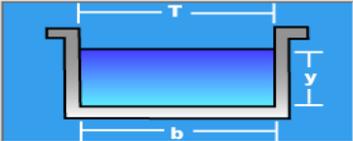
Anexo 3. Cálculo del tirante normal por tramos para el canal de riego rectangular abierto utilizando el programa H-Canales.

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **Alajuela** Proyecto: **Condominio El Puento**
 Tramo: **Sección 1: Tramo-1** Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
 Area hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Calculador, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Realiza la impresión de la pantalla 02:20 p.m. 01/06/2014

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **Alajuela** Proyecto: **Condominio El Puento**
 Tramo: **Sección 2: Tramo-1** Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
 Ancho de solera (b): m
 Talud (Z):
 Rugosidad (n):
 Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
 Area hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
 Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
 Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Calculador, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

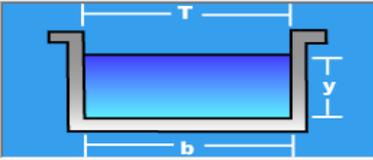
Ejecuta las operaciones 02:28 p.m. 01/06/2014

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
Ancho de solera (b): m
Talud (Z):
Rugosidad (n):
Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
Tipo de flujo:

Ejecuta las operaciones

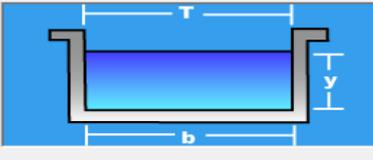
02:28 p.m. 01/06/2014

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto:
Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s
Ancho de solera (b): m
Talud (Z):
Rugosidad (n):
Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m Perímetro (p): m
Área hidráulica (A): m² Radio hidráulico (R): m
Espejo de agua (T): m Velocidad (v): m/s
Número de Froude (F): Energía específica (E): m-Kg/Kg
Tipo de flujo:

Ejecuta las operaciones

02:28 p.m. 01/06/2014

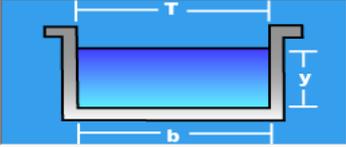
Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Proyecto: - □ ×

Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="2.9"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.74"/>	m/m



Resultados:

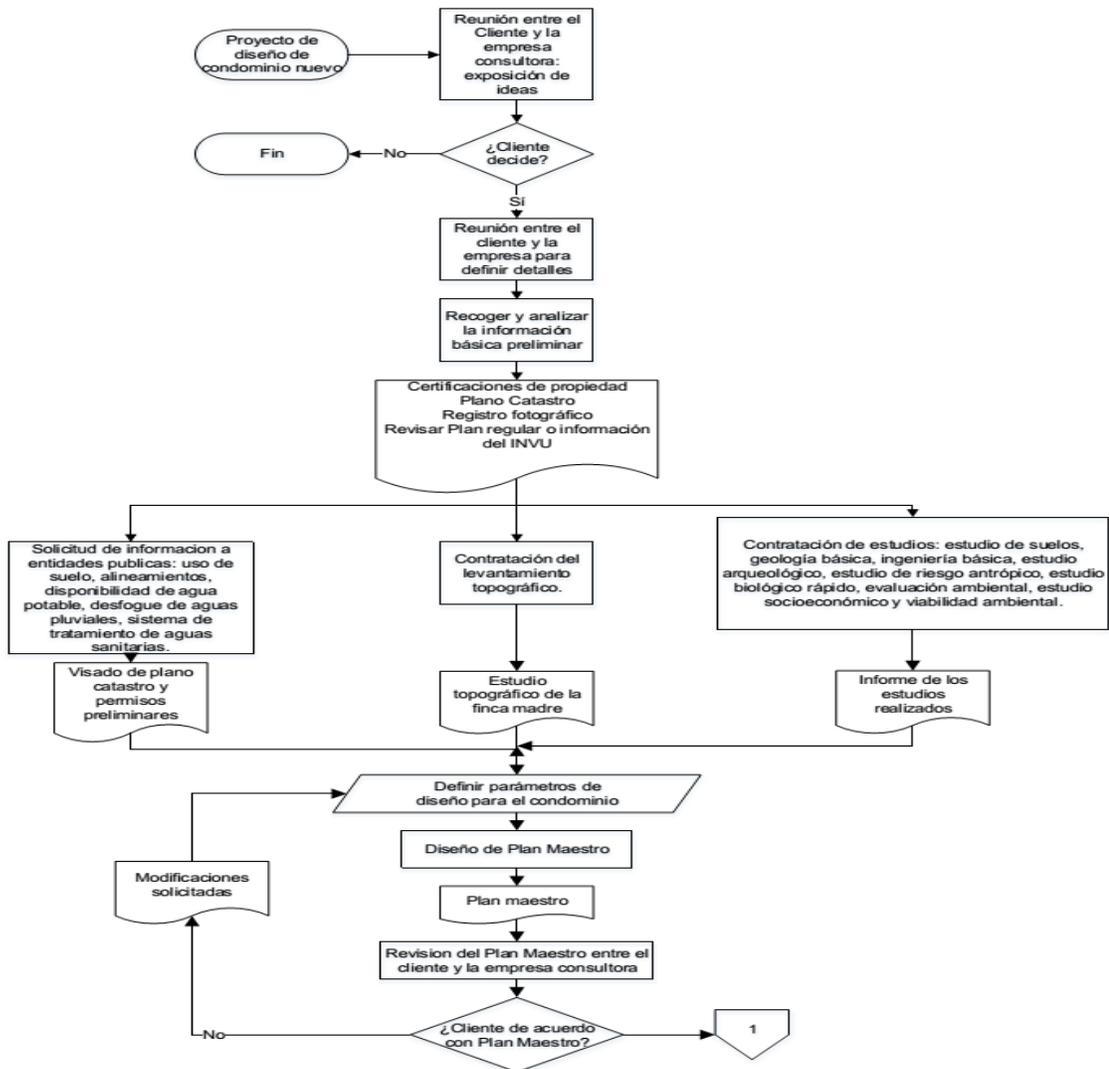
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1724"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.3448"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1724"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1282"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.0000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="16.8230"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="12.9367"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="14.5972"/>	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

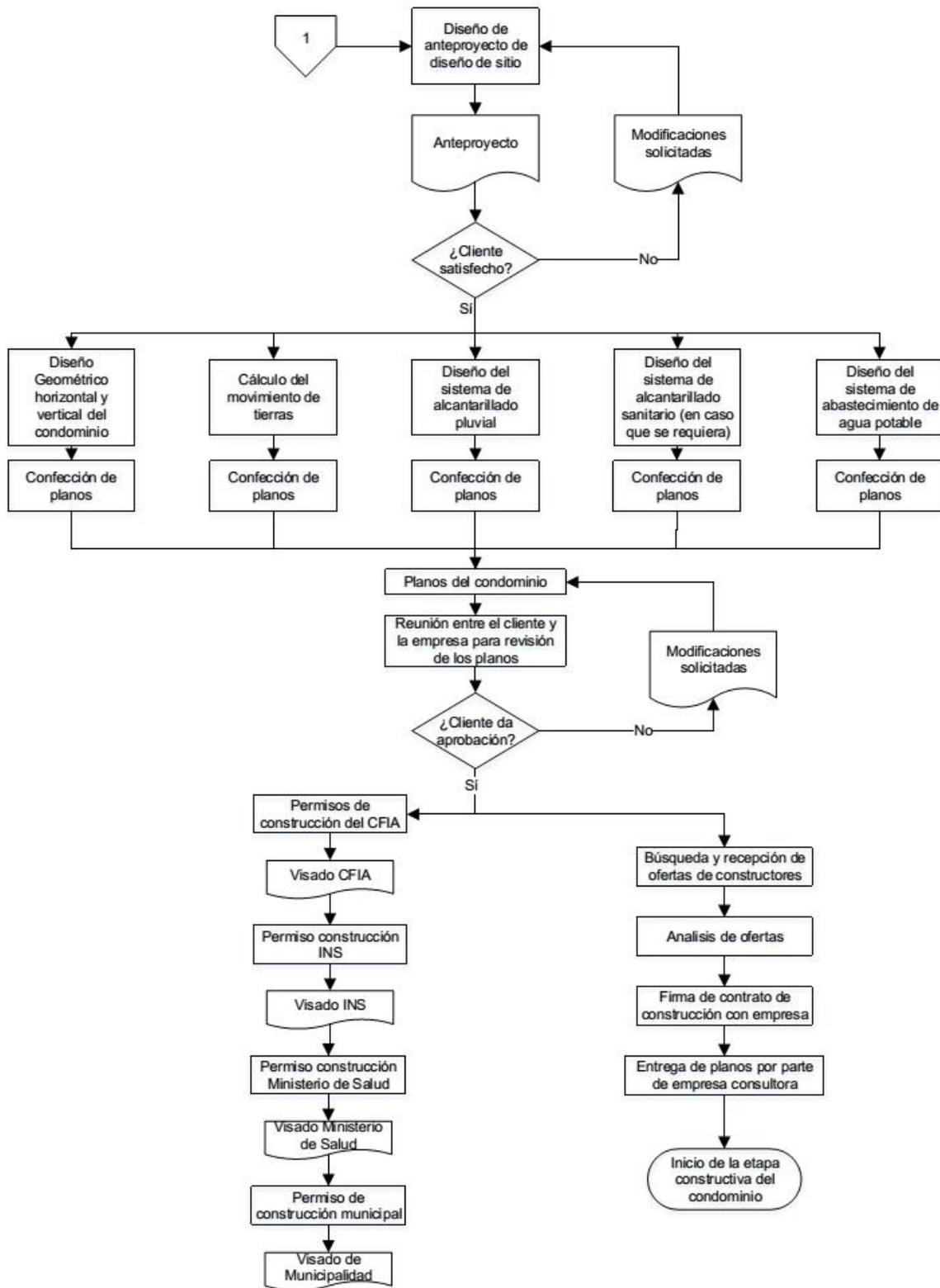
Ejecuta las operaciones

02:27 p.m. 01/06/2014

Apéndices

Apéndice 1. Diagrama de proceso para diseño y planificación de un condominio.





Apéndice 2. Cálculo del caudal debido a aportes externos y al canal de riego para el diseño del canal.

Área =	66222.71 m ²	→	6.62 ha
Longitud que recorre el agua =	262.80 m		
Diferencia de elevación =	40 m		
Tiempo de concentración =	0.05 hrs	→	2.94 min
Periodo de retorno de 25 años:			
	Intensidad de lluvia =		299.38
	Coefficiente de escorrentía =		0.48
	Caudal de aportes externos =		2643.46 l/s
			2.64 m ³ /s
Periodo de retorno de 10 años:			
	Intensidad de lluvia =		262.02
	Coefficiente de escorrentía =		0.48
	Caudal de aportes externos =		2313.52 l/s
			2.31 m ³ /s
Caudal del canal de riego existente =	260.00 l/s		
	0.26 m ³ /s		
Caudal de diseño =	2.903 m ³ /s		

Apéndice 3. Planos de las obras del condominio.

