

I. MUNICIPALIDAD DE CERRO NAVIA



**ACTUALIZACIÓN
PLAN REGULADOR COMUNAL
DE CERRO NAVIA**

**FACTIBILIDAD EVACUACIÓN DE
AGUAS LLUVIAS**

OCTUBRE 2011

DANIEL MANSO

Ing. Civil



ÍNDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. | ANTECEDENTES DEL PLAN MAESTRO DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO | 2 |
| 2.1 | Zonificación de Aguas Lluvias | 2 |
| 2.2 | Zonificación de Áreas Tributarias..... | 4 |
| 2.3 | Infraestructura existente y proyectada..... | 5 |
| 2.4 | Uso de suelos..... | 7 |
| 3.1 | Actualización del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias..... | 9 |
| 3.2 | Verificación de conservación del Índice de Impermeabilidad | 9 |
| 4. | RESULTADOS..... | 11 |
| 5. | CONCLUSIONES | 16 |

1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto de Plan Regulador Comunal de Cerro Navia contempla modificaciones respecto a la situación actual de uso de suelos, lo que implica variaciones en la escorrentía que dichos suelos pueden producir en caso de lluvias.

El presente estudio tiene por objeto evaluar la factibilidad de la evacuación de aguas lluvias, es decir, determinar si dicha escorrentía excede la contemplada para el diseño de la infraestructura de drenaje prevista por el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago.

En este informe en primer lugar se describen algunos aspectos de lo contemplado por el Plan Maestro de Aguas Lluvias para la comuna de Cerro Navia. Posteriormente se indica la metodología utilizada para el análisis, se muestran los resultados obtenidos y finalmente se concluye a partir de ellos.

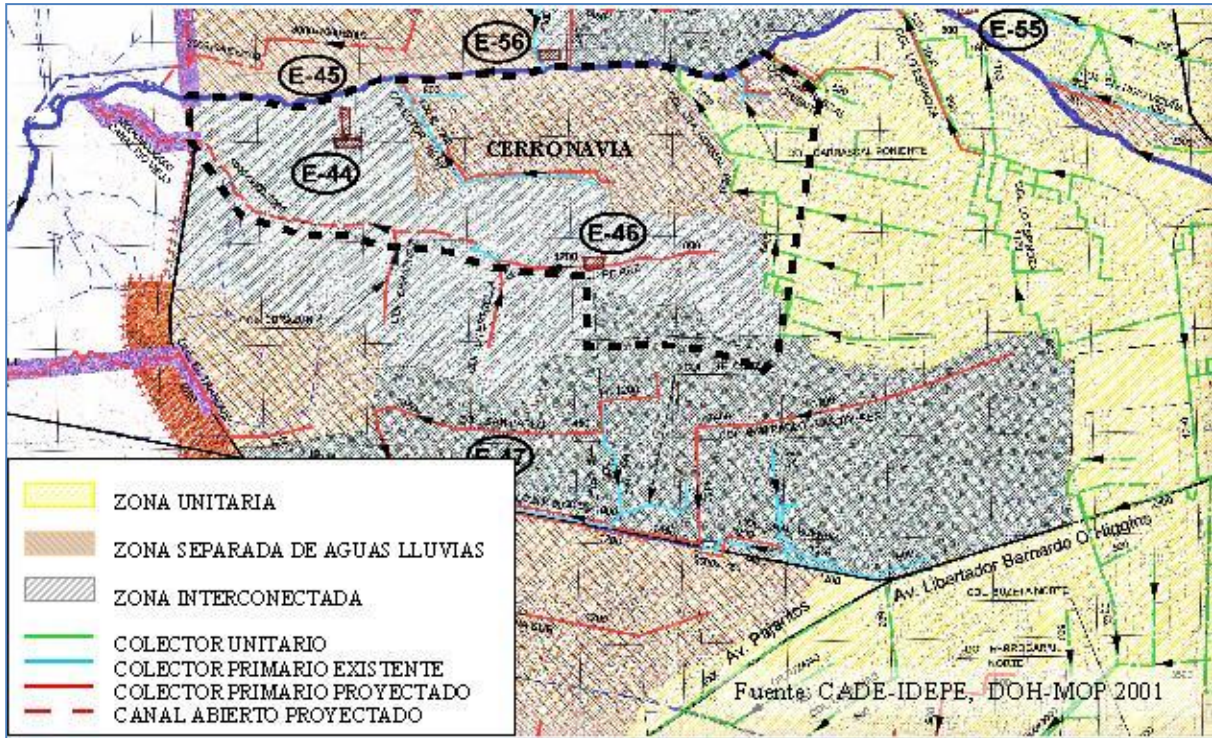
2. ANTECEDENTES DEL PLAN MAESTRO DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO

2.1 Zonificación de Aguas Lluvias

De acuerdo a la zonificación del PM para Santiago (figura 1), en la comuna de Cerro Navia se distinguen tres tipos de zonas:

- **Zona unitaria**, que se resuelve con redes comunes para aguas lluvias y aguas servidas; corresponde al sector más antiguo de la comuna.
- **Zona Separada de Aguas Lluvias** traspasable por gestión, que corresponde al sector que se encuentra al norte de Mapocho, entre 5 de Febrero y Río Boroa, el cual resuelve la evacuación de aguas lluvias mediante el Colector primario Reny, existente y otro proyectado paralelo al existente.
- **Zona Interconectada**, corresponde al área sur de la comuna, evacuada mediante el colector primario J. J. Pérez y por los colectores La Estrella y Lo Errázuriz de Pudahuel, que entregan en canal abierto (proyectado) denominado canal Hondonada Río Viejo, que descarga al Río Mapocho aguas abajo de Av. Vespucio.

Figura 1: Zonificación de Aguas Lluvias Plan Maestro



En particular, la comuna hoy dispone de una red compuesta por colectores unitarios y por colectores exclusivos de aguas lluvias que descargan en la Hondonada y en el río Mapocho; estos dos destinos están consignados en el Plan Maestro de Santiago, donde en el caso de La Hondonada, el Plan proyecta un canal¹ que le conecta con el mejoramiento Canal Río Viejo y finalmente con el río Mapocho, mediante otro canal abierto.

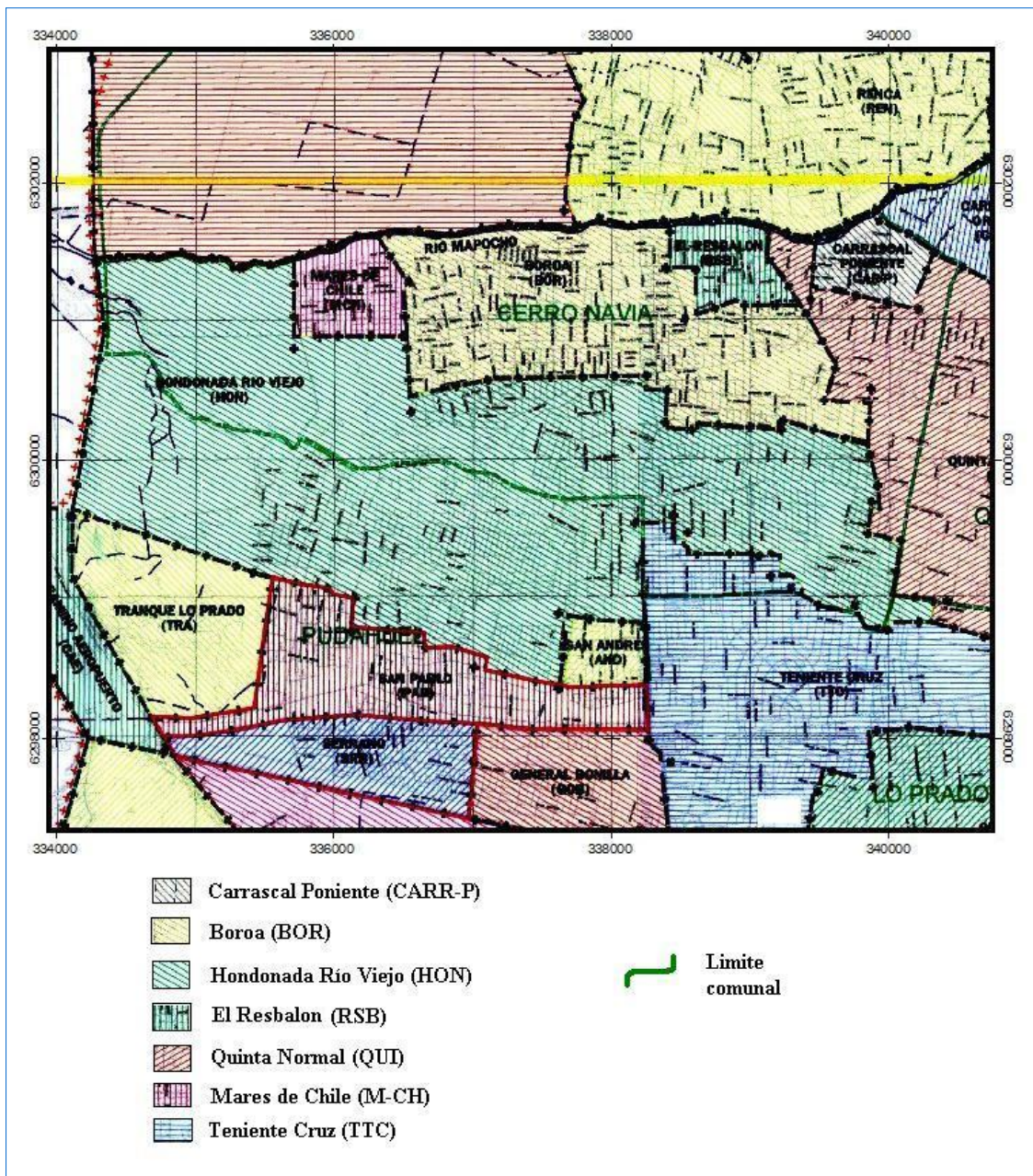
El proyecto considera soluciones escalonadas para períodos de retorno de 2 hasta 100 años, incluyendo una laguna adyacente al canal.

¹ Proyecto Canal Colector de Aguas Lluvias Hondonada Río Viejo, DOH MOP.

2.2 Zonificación de Áreas Tributarias

En la figura 2 se muestra la zonificación en áreas tributarias considerada en el PM para la comuna de Cerro Navia. De las áreas tributarias que define el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago, siete involucran territorios de la comuna.

Figura 2: Áreas Tributarias comuna de Cerro Navia



2.3 Infraestructura existente y proyectada

Como muestra la figura 3, a la red de colectores existentes se suma el mejoramiento y proyección de nuevos colectores que viene a resolver los sectores deficitarios, de los cuales se han marcado los destacados por la comunidad en las jornadas de participación, así como los mencionados en el Plan Maestro, que en general coinciden con las soluciones proyectadas de colectores o zonas con inversión programada para soluciones de infraestructura menor o complementaria.

Figura 3: Infraestructura existente y proyectada



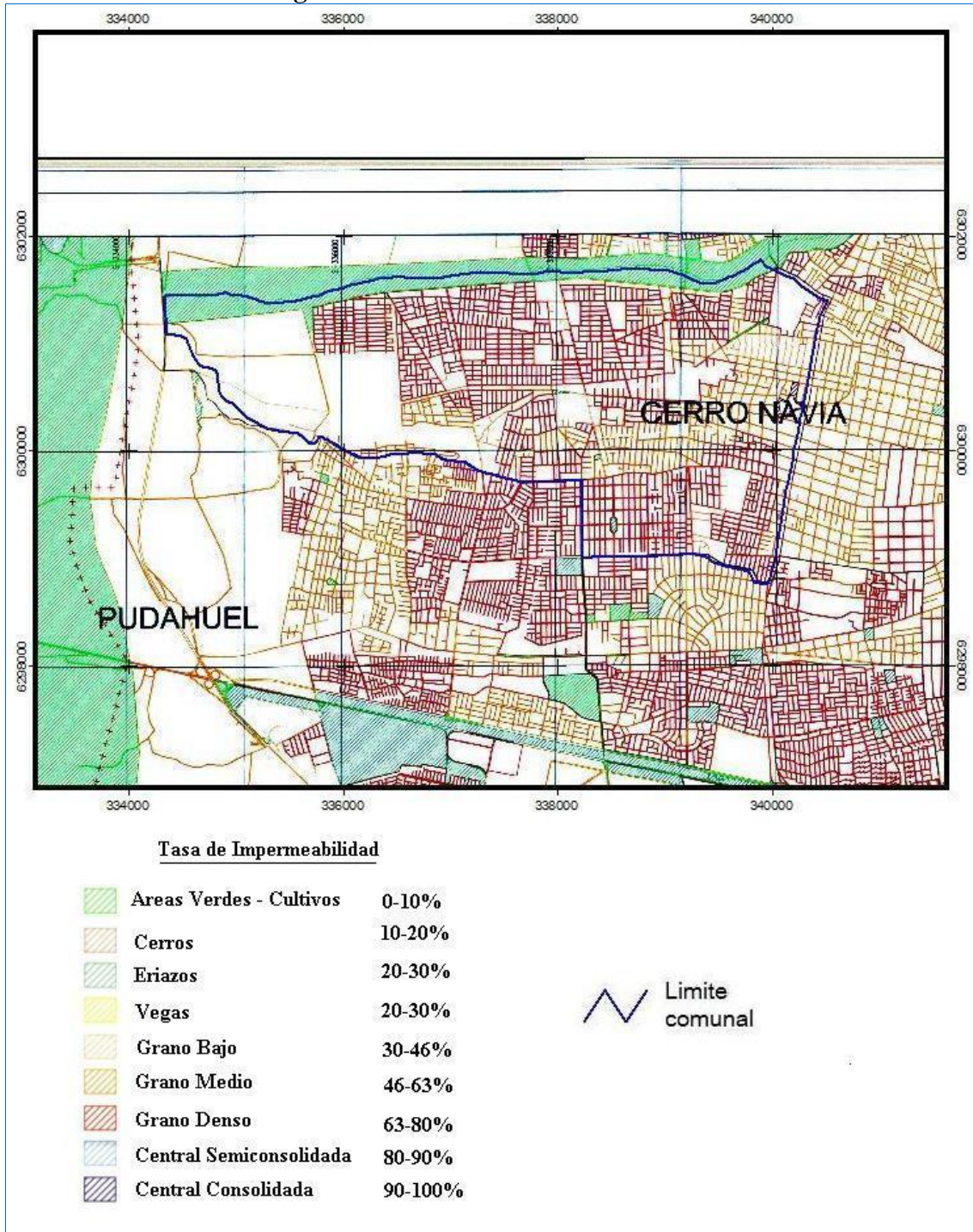
2.4 Uso de suelos

El Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago (PM) incluye un estudio de uso de suelos para la situación actual y una situación futura, que corresponde a una proyección hecha para el año 2020.

Este último, es el de interés para el presente estudio, puesto que el dimensionamiento de la infraestructura de aguas lluvias del PM contempla dicha proyección.

En la figura 4 se muestra el uso de suelos para la situación futura en la comuna de Cerro Navia. Cada categoría de uso de suelos corresponde a un rango de ocupación porcentual de suelos, que equivale al porcentaje impermeable del mismo o tasa de impermeabilidad (IMP).

Figura 4: Uso de suelos situación futura PM



3. METODOLOGÍA

3.1 Actualización del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias

El presente estudio compara la propuesta de uso de suelos del proyecto de Plan Regulador con la situación futura considerada en el PM, puesto que la infraestructura de evacuación y drenaje de aguas lluvias dispuesta en el PM fue dimensionada de acuerdo a ella.

Se estudiaron los planos de uso futuro del suelo del PM y se determinaron las modificaciones que respecto a éste presenta el Plan Regulador.

3.2 Verificación de conservación del Índice de Impermeabilidad

El PM utiliza para el cálculo de escorrentía en sub-cuencas urbanas la *fórmula racional*. El caudal (Q) producido por un evento de precipitación se calcula de la siguiente forma:

$$Q = c \cdot i \cdot A$$

Donde c es un *coeficiente de escorrentía*, i es la intensidad de la lluvia del período de retorno correspondiente y A es la superficie aportante.

En el PM el coeficiente c es asimilado al *índice de impermeabilidad del suelo* (IMP). Este índice corresponde al porcentaje impermeable del suelo, es decir, la razón entre la superficie construida y la superficie total.

Considerando que el único factor susceptible de modificaciones en la fórmula es el coeficiente de escorrentía, al verificar la conservación del coeficiente IMP se asegura la factibilidad del proyecto en cuanto a evacuación y drenaje de aguas lluvias.

EL PM considera una separación en áreas tributarias urbanas, por lo que se hizo la verificación para las modificaciones contempladas en el Plan Regulador en forma separada para cada una de estas áreas.

El cálculo de la escorrentía para cada área tributaria requiere del uso de un coeficiente IMP ponderado para el área completa. La ponderación del IMP por área se hace de la siguiente forma:

$$IMP_{ponderado} = \frac{\sum IMP \cdot Area}{AreaTotal}$$

En el presente estudio se calculó el coeficiente IMP ponderado para las áreas en las que el proyecto de Plan Regulador contempla modificaciones, tanto para los usos de suelo contemplados en el PM como para aquellos contemplados en el proyecto. El PM considera un rango de variación del IMP para cada uso de suelo, por lo que se hizo una ponderación con los valores mínimos y una con los máximos de cada rango. Se determinó así el rango de variación del IMP ponderado para el total de las zonas modificadas.

De este modo se verificó, para cada área tributaria con modificaciones, si el IMP para la situación con proyecto se encuentra dentro del rango dispuesto en el PM.

4. RESULTADOS

La figura 5 muestra, sobre el plano de uso de suelos del PM, las modificaciones propuestas por el Proyecto de Plan Regulador respecto al Plan Regulador actual. La tabla 1 es un extracto de la normativa propuesta y muestra las características de cada zona definida, en particular su factor máximo de ocupación del suelo, que es equivalente al índice IMP. En el caso de que un determinado uso de suelo considerara distintos IMP posibles se adoptó el mayor de ellos.

Figura 5: Zonas modificadas y uso futuro de suelos de PM

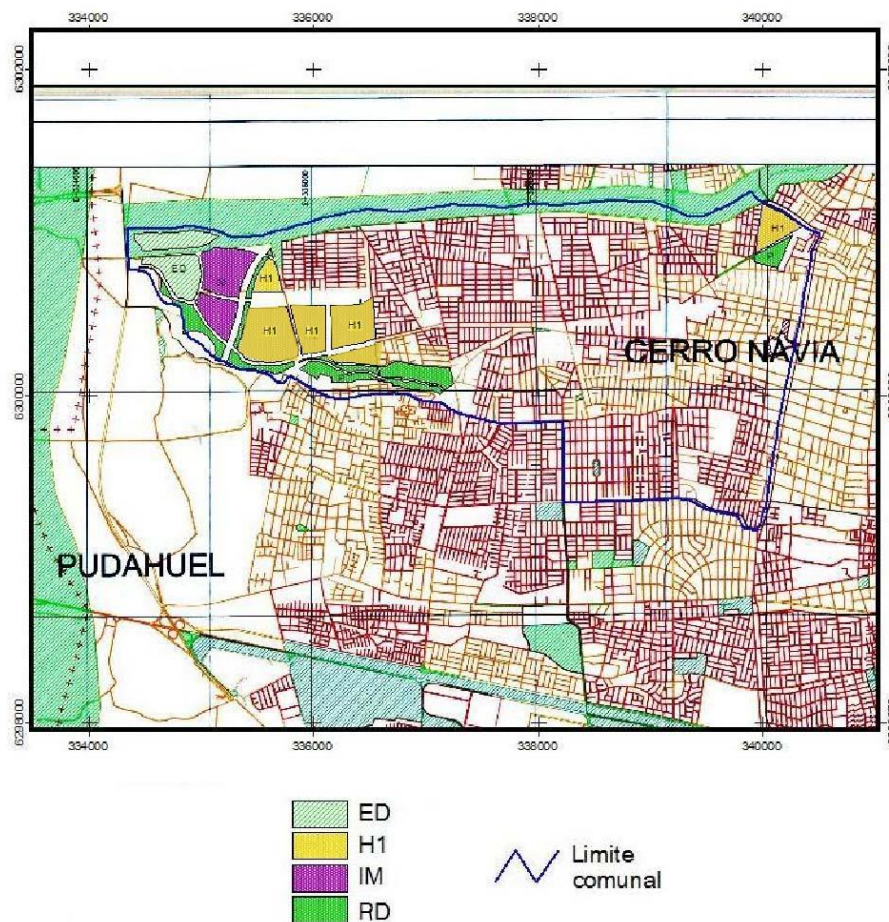
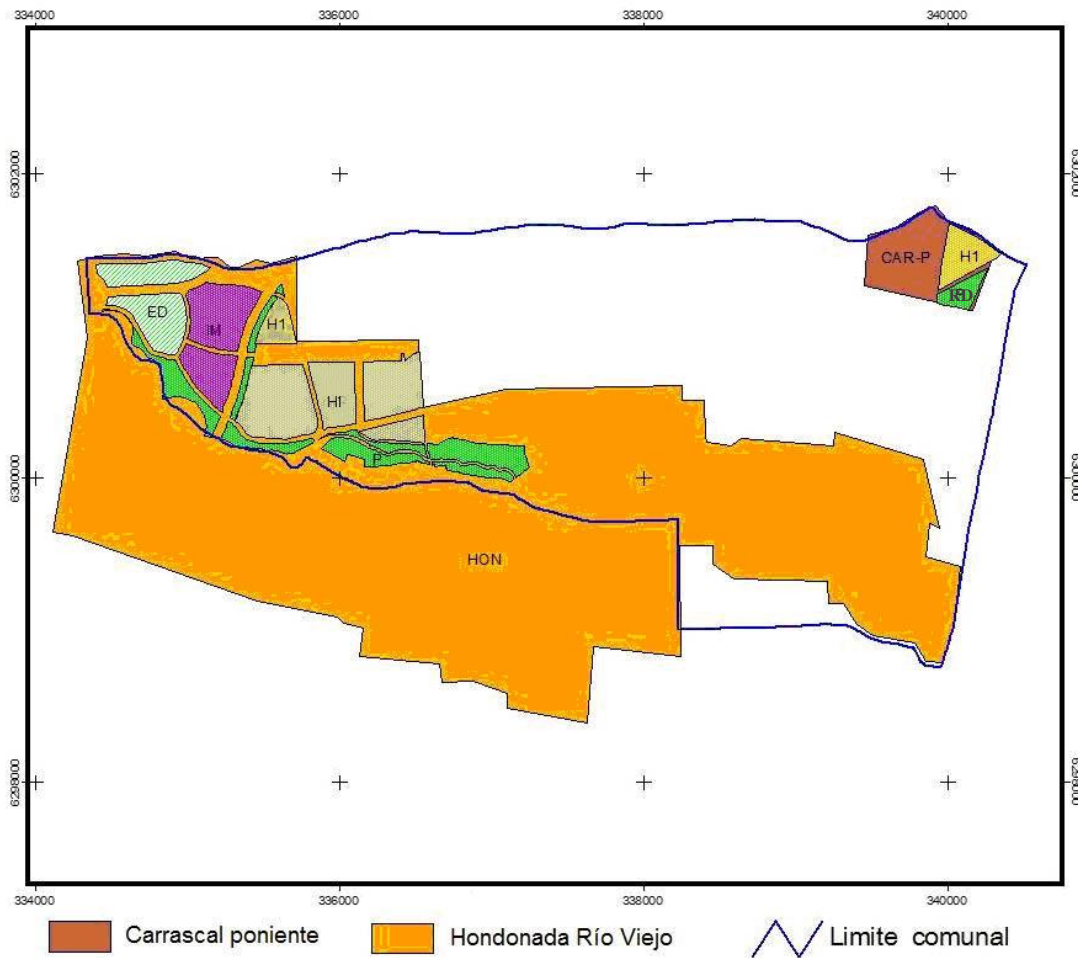


Tabla 1: Categorías de uso de suelo en normativa del proyecto de Plan Regulador

| ZONA | NOMBRE | DESCRIPCIÓN Y USOS | Coefficiente de Ocupación de Suelo |
|------|--|---|------------------------------------|
| ED | EQUIPAMIENTO DEPORTES Y RECREACIÓN EXCLUSIVO | Estadios, canchas, centros recreativos y deportivos, medialunas, etc. | 0,3 |
| H1 | HABITACIONAL MEDIO | Vivienda hasta 2 pisos y 6 en condominio. | 0,8 |
| H2 | HABITACIONAL BARRIO CERRO NAVIA | Vivienda hasta 4 pisos | 0,8 |
| HE | MIXTO HABITACIONAL EQUIPAMIENTO | Equipamiento, uso residencial y actividades productivas inofensivas. Alt. máx. 18m | 0,7 |
| HT | MIXTO HABITACIONAL TALLERES INOFENSIVOS | Equipamiento, uso residencial y actividades productivas inofensivas. Alt. máx. 7m | 0,8 |
| EE | EQUIPAMIENTO EXCLUSIVO | Todo tipo de equipamiento, excluida las actividades productivas, infraestructura y residencial. | 0,5 |
| ES | EQUIPAMIENTO DE SALUD | Uso exclusivo equipamiento preferentemente salud, científico, educación, seguridad. | 0,8 |
| RD | EQUIPAMIENTO RECREACIONAL – ÁREA VERDE | Comercio, Culto y Cultura, Deportes, Social | 0,05 |

La figura 6 muestra las modificaciones consideradas por el Proyecto de Plan Regulador en su correspondiente área tributaria. Se observa que dichas modificaciones están contenidas en dos áreas tributarias: Hondonada Río Viejo y Carrascal Poniente.

Figura 6: Zonas modificadas y áreas tributarias



Fueron calculados los índices ponderados IMP para las zonas modificadas de ambas áreas tributarias, tanto para el uso de suelos contemplado en el PM como para el contemplado en el proyecto. Para cada área modificada individual del proyecto (es decir, cada polígono que se observa en la figura 6) se determinó superficie e índice IMP considerado en el proyecto y en el PM. A partir de esto se calcularon los resultados totales ponderados. Los resultados se indican en las tablas 2 y 3. La segunda y tercera columna de estas tablas indica el uso de suelo de cada zona para el proyecto y para el PM, de acuerdo a lo mostrado en las figuras 5 y 4 respectivamente.

Tabla 2: Coeficiente de impermeabilidad para sectores modificados en área tributaria Hondonada Río Viejo

| Área (m2) | Uso de Suelo Proyecto | Uso de Suelo PM | IMP proyecto (%) | IMP PM min (%) | IMP PM máx. (%) |
|-----------|-----------------------|-------------------------|------------------|----------------|-----------------|
| 70691.4 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 58599.7 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 25138.7 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 90776.4 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 28043.8 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 38409.4 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 2544.1 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 110679.3 | H1 | Grano Medio | 80 | 43 | 63 |
| 48148.3 | H1 | Grano Medio | 80 | 43 | 63 |
| 140350.9 | H1 | Grano Medio | 80 | 43 | 63 |
| 127707.0 | ED | Grano Medio | 30 | 43 | 63 |
| 96931.2 | ED | Áreas Verdes - Cultivos | 30 | 0 | 10 |
| 94858.4 | IM | Grano Medio | 60 | 43 | 63 |
| 160846.2 | IM | Grano Medio | 60 | 43 | 63 |
| 16581.6 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 17320.5 | RD | Grano Medio | 5 | 43 | 63 |
| 52135.5 | H1 | Grano Medio | 80 | 43 | 63 |
| 212483.4 | H1 | Grano Medio | 80 | 43 | 63 |

| | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| IMP ponderado (%) | 50 | 40 | 59 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|

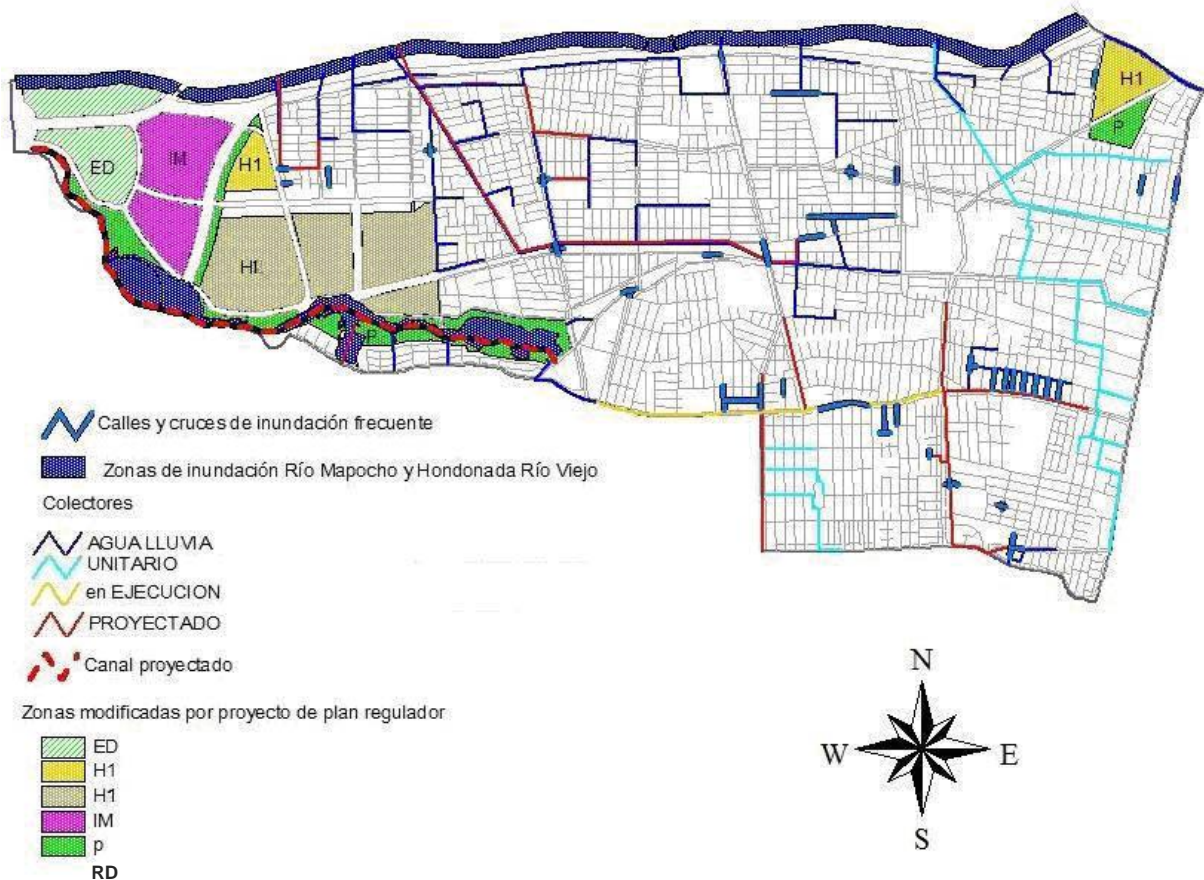
Tabla 3: Coeficiente de impermeabilidad para sectores modificados en área tributaria Carrascal Poniente

| Área (m2) | Uso de Suelo Proyecto | Uso de Suelo PM | IMP proyecto (%) | IMP PM min (%) | IMP PM máx. (%) |
|-----------|-----------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|
| 41986.1 | RD | Grano Denso | 5 | 63 | 80 |
| 89225.4 | H1 | Grano Denso | 80 | 63 | 80 |

| | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| IMP ponderado (%) | 56 | 63 | 80 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|

Se observa que, tanto para el área tributaria "Hondonada Río Viejo" como para "Carrascal poniente" los coeficientes IMP ponderados de las zonas modificadas se encuentran por debajo de los límites máximos contemplados en el PM.

Figura 7: Zonas de anegamiento frecuente



Se observa que los problemas de anegamiento en calles y cruces se producen fuera de las zonas con modificaciones propuestas, por lo que el proyecto de Plan Regulador Comunal no tiene ningún efecto sobre ellas. En cuanto a las zonas de anegamiento frecuente en la Hondonada Río Viejo, el proyecto de Plan Regulador Comunal contempla y no interfiere con las soluciones dispuestas en el Plan Maestro de Aguas Lluvias, que consisten en un canal abierto y un parque con sectores inundables.

5. CONCLUSIONES

En el presente estudio se han analizado las diferencias entre el uso de suelos considerado por el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago (PM) para el dimensionamiento de la infraestructura de evacuación y drenaje, y el considerado por el proyecto de Plan Regulador. Dicho análisis conlleva, en último término, a comparar el coeficiente de impermeabilidad de suelos (IMP) contemplado en cada uno.

De acuerdo a los resultados del análisis, el proyecto de Plan Regulador dispone coeficientes IMP que se encuentran por debajo de los valores máximos considerados en el PM. En consecuencia, la escorrentía producida en la situación propuesta por el proyecto se encuentra por debajo de aquella contemplada por el PM, y por lo tanto los caudales producidos no exceden los caudales de diseño de la infraestructura de evacuación y drenaje del PM, independientemente del período de retorno o la lluvia de diseño considerada para esto.

Se concluye que la infraestructura de evacuación y drenaje de aguas lluvias dispuesta en el Plan Maestro es suficiente para el proyecto de Plan Regulador.