



**MORALES INGENIEROS CIVILES SPA**

FRANCIA 198, TEMUCO  
TELEFONO: (45)2989087

## **PROYECTO DE AGUAS LLUVIAS INTERIOR**

### **TERRENO 1**

### **CESFAM VILLA ALEGRE - TEMUCO**

## **COMUNA DE TEMUCO REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

|                 |              |                      |                |               |
|-----------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|
| 3               | Mayo 2022    | 3er Ingreso a SERVIU | EPRF           | -             |
| 2               | Enero 2022   | 2do Ingreso a SERVIU | EPRF           | -             |
| 1               | Agosto 2021  | 1er Ingreso a SERVIU | EPRF           | -             |
| <b>Revisión</b> | <b>Fecha</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Elaboró</b> | <b>Revisó</b> |

## MEMORIA EXPLICATIVA - TERRENO 1

La presente memoria, contempla la solución interior y exterior de aguas lluvias del Cesfam Villa Alegre por calle Argentina, las cuales se basan en el escurrimiento superficial de las aguas a través de calzadas y techumbre interiores, hacia sumideros y receptáculos de aguas lluvias proyectados respectivamente para posterior conducción a través de colectores de materialidad HDPE N-12, conducidas de forma gravitacional hacia descarga en estanque de retención proyectada, estará conformada por módulos de cubo dren de porosidad mínima de 92% y resistencia a la compresión última confinada de 25 ton/m<sup>2</sup> por estar emplazadas bajo área de tránsito vehicular. Las dimensiones son las mostradas en Tabla A.

| Estanque de retención | B (m) | Hu (m) | L (m) | Hc (m) | Ht (m) | Tr (años) |
|-----------------------|-------|--------|-------|--------|--------|-----------|
| N°1                   | 2.00  | 2.00   | 44.00 | 1.65   | 3.65   | 100       |

Tabla A. Dimensiones de estanque de retención proyectada, sin considerar sobre ancho de excavación.

El estanque de retención N°1, se diseñó de acuerdo a precipitaciones del plan maestro de aguas lluvias con un periodo de retorno (Tr) igual a 100 años, constará con cámara de registro en ambos lados a lo largo de esta. (Ver Figura A.)

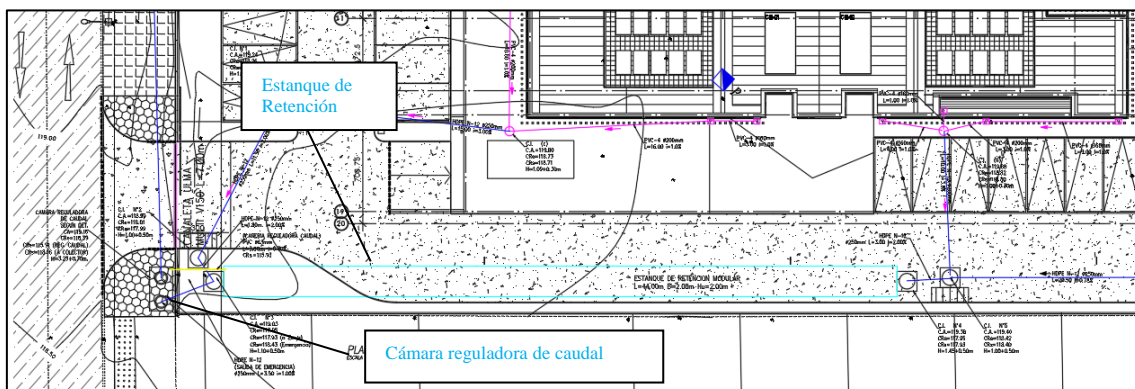


Figura A. Emplazamiento de estanque de retención.

El estanque de retención subsanará un área aportante de 3840 m<sup>2</sup> considerados para el proyecto interior, se proyecta cámara reguladora de caudal en salida de estanque de retención que recibirá la diferencia de caudal de predio con y sin proyecto, cual escurrirá solo en el eventual caso de precipitaciones que superen el periodo de retorno al cual fue diseñado el estanque, Tr= 100 años.

El caudal excedente será conducido por colectores de materialidad HDPE hacia calle Venezuela y posteriormente a colector existente en Avenida Pedro de Valdivia. (Ver Figura B.)

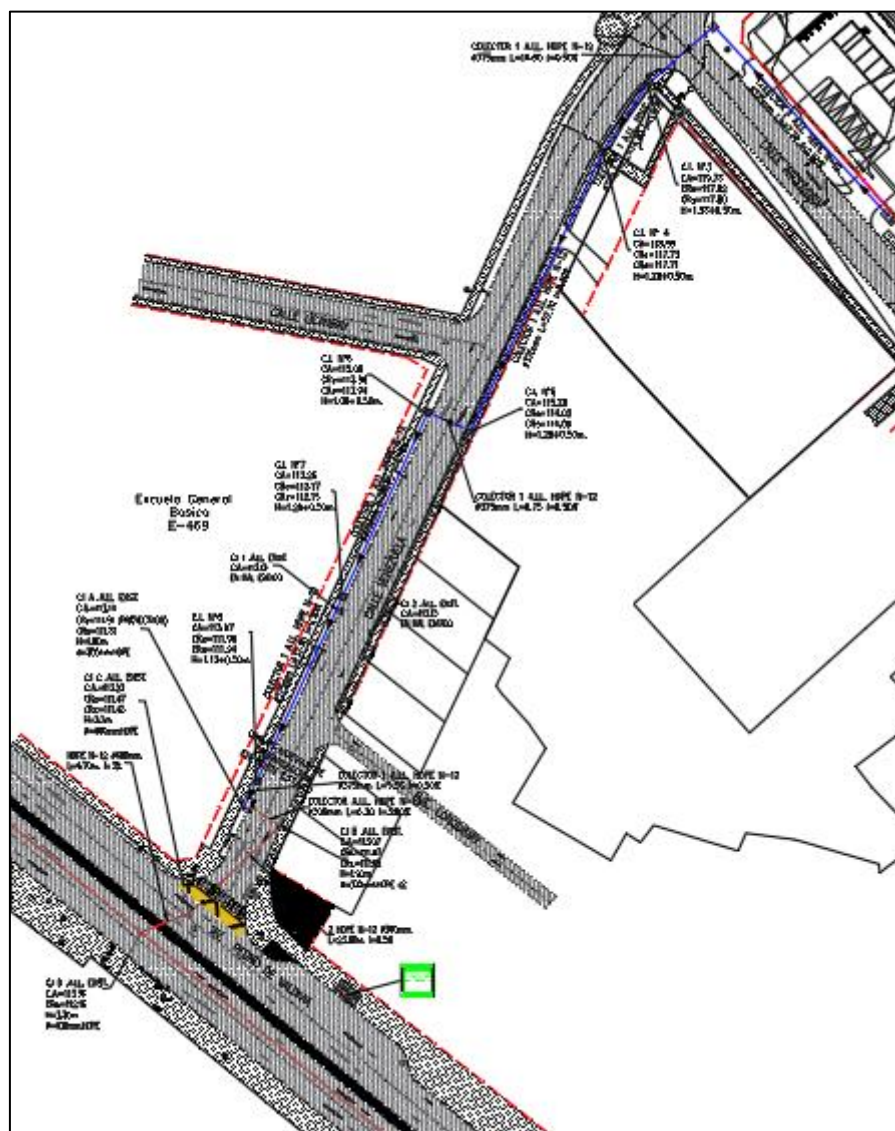


Figura B. Colector proyectado desde cámara reguladora de caudal a colector existente.

El punto de empalme será Cámara A existente de ALL de acuerdo a planimetría de catastro topográfico, que conecta finalmente a colector de aguas lluvias de Avenida Pedro de Valdivia, el cual se verifica en Anexo 2, adjunto.

## **HIDROLOGÍA**

### **Generalidades**

La presente memoria aborda la hidrología estudiada para la solución de aguas lluvias para el proyecto “Cesfam Villa Alegre”, ubicado en calle Argentina 0875, Esquina Venezuela de la comuna de Temuco, Región de la Araucanía.

El objetivo de la presente memoria es definir los caudales de diseño para proyectar la solución antes mencionada.

### **Descripción del proyecto**

El presente proyecto contempla un sistema de colectores de aguas lluvias destinadas a recoger las aguas lluvias provenientes de patios duros, áreas de estacionamiento y cubiertas y conducir las hacia estanque de retención, proyectada en el nivel subterráneo.

### **Antecedentes Pluviométricos**

Se obtendrá información del estudio de precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días del Álbum de Planos con trazado de isoyetas de período de retorno 10 años D.G.A. (MOP) 1990, de forma de poder contrastar los resultados estadísticos.

La metodología a utilizar para el cálculo de los caudales aportantes al sector corresponde a la utilización del método racional, el cual se fundamenta en el cálculo de hojas hidrográficas aportantes, en este caso área aportantes, coeficientes de escorrentía y precipitaciones de diseño.

Para visualizar la situación, se adjunta gráfico de isolíneas de precipitación máxima en 24 horas anual, del sector en estudio.

**Fig. Nº1: TRAZADO DE ISOLINEAS DE PRECIPITACIÓN  
MÁXIMA EN 24 HORAS**



Fuente: Álbum de planos de Isoyetas

### **Precipitación de Diseño**

Los antecedentes básicos recopilados para el estudio son los siguientes:

- Estudio de Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días. Álbum de planos con trazado de isoyetas de período de retorno 10 años. D.G.A., 1990.

Debido a la conformación del sector donde se emplazarán las obras, se determinarán áreas aportantes representativas donde se evaluarán los caudales involucrados mediante relaciones indirectas que permiten inferir dichos caudales a partir de antecedentes pluviométricos.

El método aplicado corresponde a la Fórmula Racional, el cual, es empleado con buenos resultados.

## Intensidades de Diseño

Para la determinación de la intensidad de diseño se emplea los coeficientes de duración y frecuencias, se propone usar los valores promedios obtenidos del análisis de registros de varias localidades (Manual de Carreteras M.O.P.) para tormentas de duración igual o superiores a 1 hora. En el caso de tormentas de duración inferior a 1 hora se emplea la expresión propuesta por Bell.

Formulando las ecuaciones, tenemos:

- Duración igual o superior a 1 hora.

$$P_d^T = K * P_{24}^{10} * CD_d^{10} * CF_d^T$$

Dónde:

$$P_d^T = \text{Precipitación en mm. Con período de retorno de T años y duración d horas ( } 1 < d < 24 \text{ ).}$$

$$K = \text{Coeficiente igual a 1,1 para estimar la lluvia máxima absoluta en 24 horas en función de la lluvia máxima diaria.}$$

$$P_{24}^{10} = \text{Precipitación máxima diaria con 10 años de período de retorno, en mm.}$$

- Duración inferior a 1 hora.

$$P_t^T = P_1^{10} * (0,54 * t^{0,25} - 0,50) * (0,21 * \ln T + 0,52)$$

Dónde:

$$P_t^T = \text{Precipitación en mm. Con períodos de retorno T años y duración t minutos.}$$

$$t = \text{Duración en minutos.}$$

$$\ln T = \text{Logaritmo natural del período de retorno en años.}$$

$$P_1^{10} = \text{Precipitación (mm) con 10 años de período de retorno y duración una hora.}$$

### a) Determinación de parámetros

Para efectuar el posterior cálculo de la tabla con intensidades de diseño, se requieren básicamente los parámetros presentes en la guía de diseño “Manual de Drenaje Urbano”, que consideran los máximos estimados para la zona de Temuco y alrededores, los cuales corresponden a los siguientes:

d.1) Coeficientes de duración para lluvias de igual periodo de retorno. (  $CD_d^{10}$  )

| Ciudad | Duración (horas) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 1                | 2     | 4     | 6     | 8     | 10    | 12    | 14    | 18    | 24    |
| Temuco | 0.168            | 0.276 | 0.416 | 0.499 | 0.565 | 0.615 | 0.682 | 0.712 | 0.783 | 1.000 |

d.2) Coeficientes de frecuencia para lluvias de igual duración. (  $CF_d^T$  )

| Ciudad | Periodo de Retorno (Años) |       |       |       |       |       |
|--------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 2                         | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |
| Temuco | 0,647                     | 1.107 | 1.000 | 1.174 | 1.300 | 1,429 |

d.3) Precipitaciones Máximas para 10 años de periodo de retorno. (  $P_{24}^{10}$  )

| Zona Climática  | Región | Ciudad | Nombre Estación               | Precipitaciones (mm) |        |        |
|---|--------|--------|-------------------------------|----------------------|--------|--------|
|   |        |        |                               | 24 hrs               | 48 hrs | 72 hrs |
| Templado Lluvioso   | IX     | Temuco | Plan Maestro de Aguas Lluvias | <b>77.80</b>         | 108.4  | 121.1  |
| Por aproximación ó datos cercanos al sector de proyecto en Fig. N°1 |        |        |                               | 86.20                |        |        |

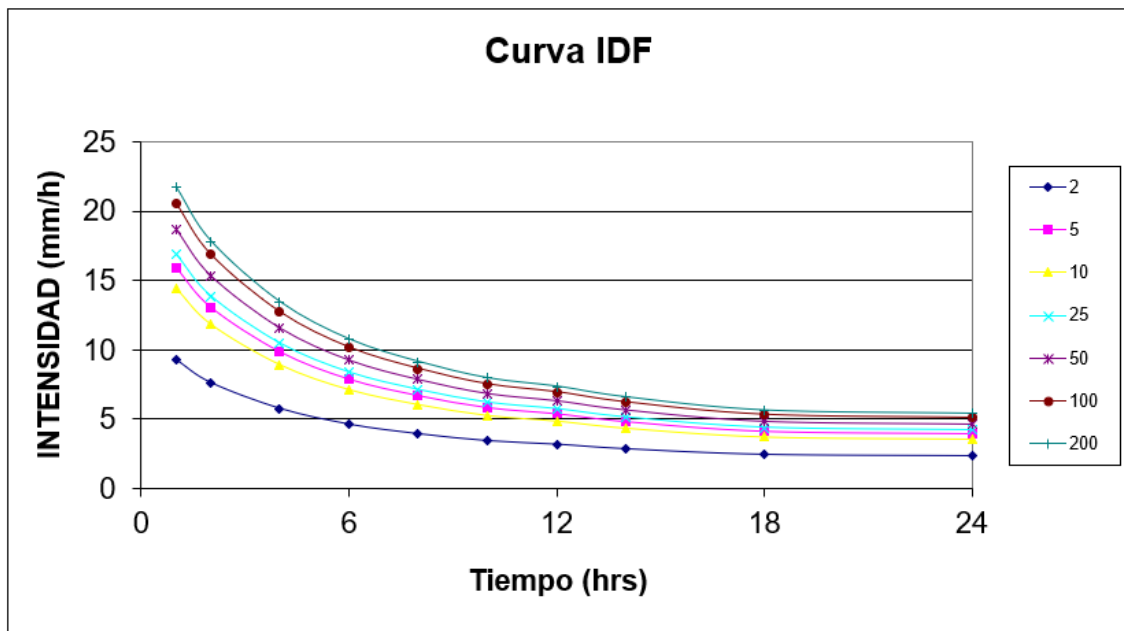
Empleando la información precedente se confecciona el cuadro N° 1 que contiene las intensidades de diseño para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años, considerando una duración entre 5 minutos y 24 horas.

**CUADRO N° 1**  
**INTENSIDADES DE DISEÑO (mm/hr)**

| Duración |       | Periodo de retorno (años) |       |       |       |       |       |       |
|----------|-------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Minutos  | Horas | 2                         | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 200   |
| 5        |       | 35,31                     | 45,52 | 53,24 | 63,45 | 71,17 | 78,89 | 86,61 |
| 10       |       | 26,43                     | 34,07 | 39,85 | 47,49 | 53,27 | 59,04 | 64,82 |
| 15       |       | 21,54                     | 27,77 | 32,48 | 38,70 | 43,41 | 48,12 | 52,84 |
| 30       |       | 14,62                     | 18,84 | 22,04 | 26,27 | 29,46 | 32,66 | 35,86 |
| 60       | 1     | 9,30                      | 15,92 | 14,38 | 16,88 | 18,69 | 20,55 | 21,71 |
|          | 2     | 7,64                      | 13,07 | 11,81 | 13,86 | 15,35 | 16,88 | 17,83 |
|          | 4     | 5,76                      | 9,85  | 8,90  | 10,45 | 11,57 | 12,72 | 13,44 |
|          | 6     | 4,60                      | 7,88  | 7,12  | 8,36  | 9,25  | 10,17 | 10,75 |
|          | 8     | 3,91                      | 6,69  | 6,04  | 7,10  | 7,86  | 8,64  | 9,13  |
|          | 10    | 3,41                      | 5,83  | 5,26  | 6,18  | 6,84  | 7,52  | 7,95  |
|          | 12    | 3,15                      | 5,38  | 4,86  | 5,71  | 6,32  | 6,95  | 7,34  |
|          | 14    | 2,82                      | 4,82  | 4,35  | 5,11  | 5,66  | 6,22  | 6,57  |
|          | 18    | 2,41                      | 4,12  | 3,72  | 4,37  | 4,84  | 5,32  | 5,62  |
|          | 24    | 2,31                      | 3,95  | 3,57  | 4,19  | 4,64  | 5,10  | 5,38  |

El gráfico N°1 muestra los datos del Cuadro N°1

**Gráfico N°1: Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)**



#### 4.- CAUDALES DE DISEÑO

A partir del ajuste realizado a la serie de precipitaciones máximas diarias, (obteniéndose una precipitación de diseño para cada período de retorno considerado), se calcularán los caudales afluentes en las distintas superficies asociadas, utilizando para ello el período de retorno correspondiente a 10 y 100 años, esto por tratarse de un sistema de retención temporal de aguas lluvias grandes, de tal modo que no se vea superado el sistema.

La expresión para calcular el gasto de diseño (Q), mediante la Fórmula Racional es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6 * 10^6}$$

Dónde:

- Q : Caudal en m<sup>3</sup>/s.
- C : Coeficiente de escorrentía de la cuenca.
- A : Área aportante en m<sup>2</sup>.
- I : Intensidad de la lluvia de diseño en mm/hr.

##### **a) Intensidad de la Lluvia de Diseño, I mm/hr.**

La intensidad de lluvia correspondiente al período de retorno respectivo para el tiempo de concentración que se determinará se extraerá del cuadro N°1.



## b) Tiempo de Concentración, Tc en Horas

### b.1.) Estanque de Retención

Para el cálculo de los tiempos de concentración se utilizará la formula desarrollada por la Federal Aviation Administration, el que independiza el cálculo respecto de la intensidad de lluvia, quedando sólo en función de la longitud del escurrimiento (largo cubiertas), el coeficiente de escorrentía del método racional y la pendiente longitudinal de las mismas.

$$T_c = 3,26(1,1 - C) \frac{L^{0,5}}{S^{0,333}}$$

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud del escurrimiento superficial, en pies.

S = Pendiente, de la trayectoria de flujo, %.

C = Coeficiente de escorrentía del método racional (Adimensional)

Habiendo realizado el análisis de los tiempos de concentración para las “cuencas aportantes” (techos, calles y áreas verdes) se ha determinado un valor cada estanque, dado a que no todos los estanques cuentan con la misma longitud de escurrimiento y pendientes en su área aportante. En cuanto a la duración de la tormenta, se utiliza la duración de 6 horas (360 minutos) según lo recomendado en Manual de drenaje urbano 2013, con lo cual se obtiene una intensidad de lluvia de **10.17 mm/hr.**

### c) Coeficiente de Escorrentía

La estimación del Coeficiente de escurrimiento C, se hizo de acuerdo a valores recomendados según tipo de superficie según la tabla siguiente:

**Tabla N°1: Coeficientes de Escurrimiento**  
**Tabla 4.3.15 (Vol1 Cap4 Manual de drenaje urbano) Coeficientes de escorrentía.**

| Tipo de zona                         | mínimo | Coeficiente medio | máximo |
|--------------------------------------|--------|-------------------|--------|
| <b>Áreas Residenciales</b>           |        |                   |        |
| Suburbios semiurbanos                | 0.25   | 0.32              | 0.4    |
| casas aisladas                       | 0.3    | 0.4               | 0.5    |
| Condominios aislados                 | 0.4    | 0.5               | 0.6    |
| Condominios pareados o continuos     | 0.6    | 0.67              | 0.75   |
| Departamentos en edificios aislado   | 0.5    | 0.6               | 0.7    |
| Departamentos en edificios continuos | 0.7    | 0.8               | 0.9    |
| <b>Áreas Comerciales</b>             |        |                   |        |
| Comercio de alta densidad            | 0.7    | 0.82              | 0.95   |
| Comercio de baja densidad            | 0.5    | 0.6               | 0.7    |
| <b>Áreas Industriales</b>            |        |                   |        |
| Grandes industrias                   | 0.5    | 0.65              | 0.8    |
| Pequeñas industrias                  | 0.6    | 0.75              | 0.9    |
| <b>Parques, Plazas y jardines</b>    | 0.1    | 0.17              | 0.25   |

De acuerdo a los valores descritos en esta tabla se adoptarán los coeficientes de escurrimiento del siguiente cuadro.

**Cuadro N°2**

| SUPERFICIE | COEFICIENTE (C) |              |
|------------|-----------------|--------------|
|            | Sin proyecto    | Con proyecto |
| 3840 m2    | 0.35            | 0.90         |

**d)Puntos de Control**

De acuerdo a lo indicado anteriormente y lo señalado en las planillas que se adjuntan, los caudales aportados por esta solución al colector existente en la condición actual y futura son los siguientes:

**Cuadro N°3**

**Caudales Finales para una Intensidad de 39.85 (mm/hr) condición sin proyecto con Tr=10 años**

|    | PUNTO DE CONTROL | Valores de C | Área Aportante (m2) | CAUDALES (l/s) |
|----|------------------|--------------|---------------------|----------------|
| 1. | Condición Actual | 0.35         | 3840                | 14.88          |
|    | Total            |              | <b>3840</b>         | <b>14.88</b>   |

**Caudales Finales para una Intensidad de 10.17(mm/hr) condición con proyecto Tr= 100 años**

|    | PUNTO DE CONTROL | Valores de C | Área Aportante (m2) | CAUDALES (l/s) |
|----|------------------|--------------|---------------------|----------------|
| 2. | Condición Futura | 0.90         | 3840                | 9.76           |
|    | Total            |              | <b>3840</b>         | <b>9.76</b>    |

|   |   |                                  |    |
|---|---|----------------------------------|----|
| Caudal total (Qt) de descarga eventual hacia colector existente | < | Área total (At) x C sin proyecto | OK |
|---|---|----------------------------------|----|

**Excedente de caudal eventual ( $\Delta$ ) que escurriría es de 5.12 l/s**

## 5.- SALIDA DE EMERGENCIA

Se realizar verificación de capacidad de colector de empalme para el caso eventual de escurrimiento de aguas por salida de emergencia, para esto se utilizaron las áreas aportantes del plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

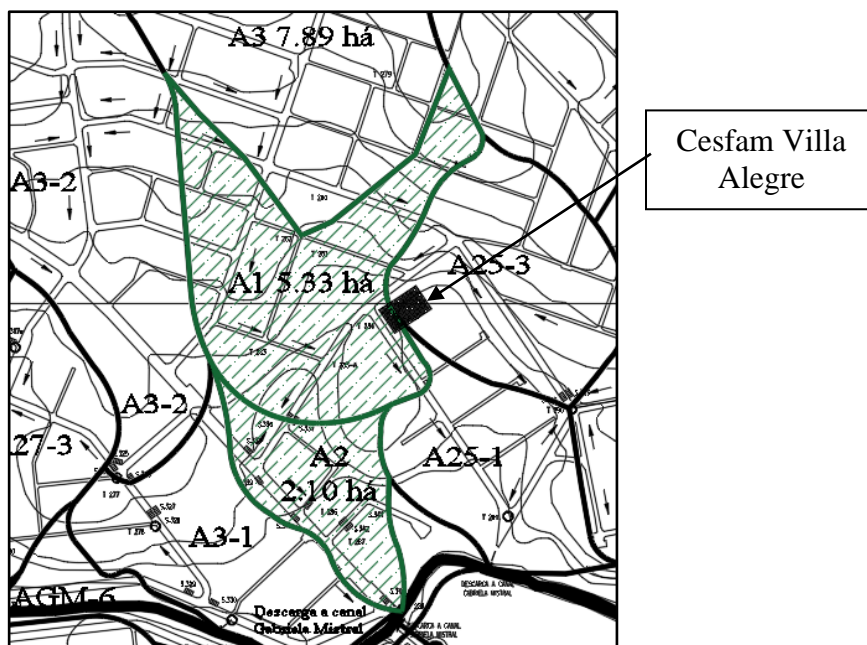


Figura C. Áreas aportantes de Plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Para la verificación de colector a empalmarse, se utilizará criterio de caudal delta ( $\Delta$ ) entre predio con y sin proyecto, ese excedente de caudal eventual se valorizará en  $m^2$  para añadirlo a las áreas aportantes y así tratar de cuantificar en el caso poco probable de precipitaciones superiores de un  $Tr=100$  años que reciba estanque de retención según su diseño.

Por lo tanto, este caudal excedente eventual  $\Delta=5.12$  l/s se añade como area aportante para colector de salida de emergencia aguas abajo como  $514 m^2$ , como se muestra en la tabla siguiente:

| Nombre                                  | De             | Hasta      | Long.  | i     | D      | n     | Áreas Aportantes ( Há ) |           |
|---|----------------|------------|--|-------|--------|-------|-------------------------|-----------|
| Cañería                                 | C.I. N°        | C.I. N°    | ( m )  | ( % ) | ( mm ) |       | Directa                 | Acumulada |
| Salida Emergencia a Colector de empalme | C.I. N° 1      | C.I. N° 2  | 47,70  | 0,5   | 375    | 0,010 | 0,0514                  | 0,0514    |
|   | C.I. N° 2      | C.I. N° 3  | 16,60  | 0,5   | 375    | 0,010 | 0,000                   | 0,0514    |
|   | C.I. N° 3      | C.I. N° 4  | 14,90  | 0,5   | 375    | 0,010 | 0,000                   | 0,0514    |
|   | C.I. N° 4      | C.I. N° 5  | 57,70  | 6,4   | 375    | 0,010 | 0,000                   | 0,0514    |
|   | C.I. N° 5      | C.I. N° 6  | 8,75   | 0,5   | 375    | 0,010 | 0,000                   | 0,0514    |
|   | C.I. N° 6      | C.I. N° 7  | 37,96  | 4,7   | 375    | 0,010 | 0,000                   | 0,0514    |
|   | C.I. N° 7      | C.I. A (Ex |  |       |        |       | 0                       | 0,0514    |
|   | C.I. A (Exist) | C.I. B (Ex | Caudal excedente eventual valorizado como área aportante |       |        |       | 0                       | 5,3814    |
|   | C.I. B (Exist) | C.I. C (Ex |  |       |        |       | 0                       | 5,3814    |
|   | C.I. C (Exist) | C.I. D (Ex |  |       |        |       | 0                       | 7,481     |

En conclusión, cumple verificación de capacidad de colectores existentes, con adición

de eventual caudal en salida de emergencia, y sin darse la condición de flujo permanente de excedente.

Nota

Se adjunta:

- Anexo 1: Diseño de estanque de retención.
- Anexo 2: Diseño de colectores proyectados y verificación capacidad de colectores existentes.



---

Carlos Morales Ñanco.  
Ingeniero Civil