

**Anexo Drenaje Pluvial**

# PROYECTO HIDRÁULICO DE RED DE DRENAJE PLUVIAL “HUERTAS DE LOS HORNEROS”

Ciudad de la Costa, Canelones – Agosto 2019 – V2

## **1. INTRODUCCIÓN**

Se proyecta la construcción de un loteo en propiedad horizontal Ciudad de la Costa, departamento de Canelones. El presente trabajo tiene como objetivo detallar los criterios de diseño y describir la red de pluviales.

## **2. SISTEMA DE DRENAJE**

### **2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

El diseño del sistema de drenaje pluvial se realiza en base a la trama vial proyectada. La misma estará definida con calles de perfil rural, es decir calles de 5,0 m de ancho con cunetas y veredas en pasto. El pavimento será de tosca. El agua pluvial será conducida mediante cunetas, colocando alcantarillas en la intersección de calles.

El conjunto de padrones se encuentra dentro de la cuenca del Arroyo Escobar el cual desemboca en el arroyo Pando. El sentido de escurrimiento natural dentro del predio es de suroeste a noreste. Tanto sobre Camino de los Horneros como sobre ambas calles laterales existen o se proyectan cunetas para conducir los pluviales, por lo que el predio no recibe aportes laterales de los padrones linderos.

Actualmente el predio no cuenta con superficies impermeabilizadas, estando totalmente cubierto de vegetación natural. Se desea generar el menor impacto posible sobre el drenaje de la zona por lo cual se deberá amortiguar el exceso de agua pluvial generada con respecto a la situación actual a fin de generar un impacto cero en la escorrentía agua abajo del emprendimiento.

Se proyecta una medida de control de escurrimiento en el extremo noreste del predio, la cual recibe la mayor parte de las aguas pluviales generadas dentro del predio. Las restantes serán conducidos hacia la cuneta exterior más cercana, ya sea por Camino de los Horneros o alguna de las calles laterales.

Además de una medida de control de escurrimiento, se plantean zonas de infiltración al terreno sobre los espacios libres de la calle N° 5.

El proyecto de drenaje se realizó de forma de adaptar las obras a las etapas propuestas. Cabe destacar que la laguna de amortiguación de deberá construir en la primera etapa.

## 2.2. CAUDALES DE DISEÑO Y CUENCA DE APORTE

Como se explicitó anteriormente, el evento de lluvia considerado para la verificación de las conducciones por cunetas y alcantarillas de cruce, es de 2 años de período de retorno.

Adicionalmente se ha verificado el funcionamiento del sistema de drenaje es decir, las cunetas y de la alcantarilla de cruce, para 10 años de período de retorno.

La zona de estudio tiene una superficie de aproximadamente 13,59 ha, la cual escurre casi en su totalidad hacia el extremo noreste, donde se proyecta la medida de control de escurrimiento.

Para determinar los caudales de diseño de los elementos del microdrenaje, se trazaron las subcuencas de aporte a partir de los niveles del plano del proyecto vial.

Un sector del predio escurrirá hacia la cuneta sobre Camino de los Horneros.

En la siguiente tabla se presentan los coeficientes de escorrentía recomendados por la Intendencia de Canelones, según el tipo de superficie de escurrimiento y el área proyectada de cada superficie para el emprendimiento.

Tipo de superficie	Área (m <sup>2</sup> )	C (Tr = 10años)
Área impermeable	51.349,80	0,85
Zona verde	84.598,20	0,20
	Área total (m <sup>2</sup> )	C ponderado
	135.948,00	0,45

Figura 3-1 Coeficientes de escurrimiento considerados

Para cada una de las microcuencas se consideró un coeficiente de escurrimiento de 0,45, considerando que en cada una se mantiene la relación de suelo impermeable y permeable del total del predio.

Para cada evento de lluvia considerado, se determinó la intensidad de la lluvia mediante la Ley de Montana para Montevideo.

## 3. MATERIALIZACIÓN DE LA RED PLUVIAL

Las cunetas se proyectan con una sección triangular de taludes 1,5H:1V y profundidad 0,50m, a excepción de aquellas sobre la senda este de calle N° 5 las cuales serán trapezoidales con taludes 2H:1V, base 0,75 m y profundidad 0,60m.

Se proyectan alcantarillas en el cruce de las calles proyectadas tal como se muestra en la lámina N°3. Las alcantarillas serán de hormigón de 400 y 500 mm.

El tanque de amortiguación consiste en una depresión en el terreno con un área superficial de 1550 m<sup>2</sup>, taludes interiores 2H:1V y altura de 1,5 m. La geometría se presenta en la lámina N°4. La descarga consiste en 3 tuberías de PVC de 315mm. Se prevé además un vertedero de seguridad de largo 2 metros. La laguna de amortiguación se describe en la sección 5.

Siguiendo los lineamientos más recientes de fomentar las medidas verdes de drenaje, se proyectan zonas de infiltración en los espacios libres sobre la calle N°5.

Estas áreas se diseñan para lograr la infiltración parcial del caudal entrante, evacuando el excedente superficial mediante una alcantarilla de salida. Por tanto, se logra infiltrar el caudal de las lluvias más pequeñas.

Cada zona de infiltración cuenta con un área de aproximadamente 236m<sup>2</sup>, en donde se prevé la plantación de vegetación capaz de soportar las condiciones de humedad del suelo a las cuales se verán expuestas. Se prevé una berma de 10cm para lograr la retención del agua entrante y permitir la infiltración.

Se prevé que el paquete de suelo consista en 45cm de sustrato con vegetación y 48cm de grava. Estos valores se basaron en los presentados en el plano tipo de jardines de lluvia de la Intendencia de Montevideo. En la Lámina N°3 se presenta el esquema de las áreas de infiltración.

## **4. LAGUNA DE AMORTIGUACIÓN DE PLUVIALES**

### **4.1. CONSIDERACIONES**

El diseño de la laguna de amortiguación se realizó teniendo en cuenta los Criterios Técnicos generales para amortiguación pluvial de la oficina técnica, dirección general de obras de la Comuna Canaria.

La Intendencia de Canelones establece que para padrones con superficie total mayor a 1000m<sup>2</sup> con una superficie impermeabilizada mayor a 500 m<sup>2</sup> se deberá realizar un estudio técnico de cuantificación del impacto hidrológico, así como de amortiguación de pluviales.

El desempeño de las estructuras de amortiguación deberá ser verificado mediante el tránsito de hidrogramas de tormentas de diferente duración (Método Racional Modificado), determinando duraciones críticas para el diseño.

Se verificarán situaciones para un período de retorno de 10 años, siendo el caudal máximo a descargar el correspondiente al escurrimiento natural del padrón, sin impermeabilización. Esto se debe a que se quiere reducir al mínimo el impacto causado por el aumento de la impermeabilización.

El área total del emprendimiento es de 13,59 ha, de las cuales:

- 3,90 ha corresponden a las construcciones dentro de cada lote (considerando 200m<sup>2</sup> impermeables por vivienda, incluyendo techos y circulaciones)
- 1,23 ha corresponden a calles, tanto internas como públicas
- 8,46 ha corresponden a área permeable

El área impermeable total a considerar es de 5,13 ha. Esto hace un factor de impermeabilización de proyecto de 38%. Según lo acordado con la Intendencia de Canelones se debe lograr “impacto cero”, por lo cual el factor de impermeabilización permitido es 0%, debiéndose amortiguar el caudal generado por la impermeabilización.



Figura 5-1 Usos del suelo

## 4.2. DISEÑO

### A. PARÁMETROS DE DISEÑO

### **Coeficiente de escurrimiento**

A continuación, se presenta una tabla que muestra los diferentes tipos de superficies considerados dentro del predio del emprendimiento y sus coeficientes de escurrimiento (C) correspondientes a un evento de lluvia de 10 años de período de retorno según la tabla presentada en la normativa de la Intendencia de Canelones.

El coeficiente de escurrimiento en el escenario de proyecto para un período de retorno de 10 años es de 0,45.

C PROY		
Tipo de superficie	Área (m <sup>2</sup> )	C (Tr = 10años)
Área impermeable	51.349,80	0,85
Zona verde	84.598,20	0,20
	Área total (m <sup>2</sup> )	C ponderado
	135.948,00	0,45

*Tabla 5-1 Usos del suelo para escenario proyectado*

Para determinar el caudal permitido de vertido directo (situación sin proyecto) se utiliza un coeficiente de escurrimiento de 0,20, ya que actualmente el predio no cuenta con superficies impermeabilizadas.

### **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración se calcula como la suma del tiempo de entrada más el tiempo de tránsito, correspondiente al tiempo de tránsito del flujo dentro del padrón.

- El tiempo de entrada se supone igual a 5 minutos
- El tiempo de tránsito se calcula a partir de la longitud del cauce principal y la velocidad promedio. El cauce principal corresponde al camino con el recorrido mayor. La velocidad promedio se estima utilizando la ecuación empírica para la estimación de la velocidad de flujo concentrado:

$$v = C_v \times S^{0,5}$$

Siendo  $C_v$  un coeficiente que depende de la cobertura del conducto.

t concentración (min)	15,48
-----------------------	-------

Tabla 5-2 Tiempo de concentración

## B. HIDROGRAMAS

Los hidrogramas se construyen utilizando el método racional modificado. Este método permite determinar el hidrograma de escorrentía generado a la salida de una cuenca a partir del caudal pico obtenido mediante el método racional. El método considera:

- Duración de la tormenta = Tiempo de concentración de la cuenca en estudio
- Tiempo base = 2 x Tiempo de concentración de la cuenca
- Caudal pico = Caudal pico calculado a partir del método racional

Se obtienen los siguientes caudales:

Q FIS C1 (m3/s)	0,578
Q FIS C2 (m3/s)	0,088
Q Vert. Dir. FIS (m3/s)	0,185
<b>Qtotal FIS (m3/s)</b>	<b>0,852</b>

Q PROY C1 (m3/s)	1,289
Q PROY C2 (m3/s)	0,197
Q Vert. Dir. PROY (m3/s)	0,412
<b>Q total PROY (m3/s)</b>	<b>1,898</b>

Tabla 5-3 Caudales de salida del predio en las condiciones de proyecto y FIS

## C. MODELACIÓN

Se realizó una modelación hidrodinámica del sistema utilizando el programa EPA SWMM versión 5.1. Para la modelación del estanque se consideró una estructura con un área superficial de 1550m<sup>2</sup>, taludes interiores con pendiente 2H:1V, de 1,5 m de altura y una estructura de salida adecuada de manera que el caudal máximo de salida sea el permitido por el FIS. Se obtienen los siguientes hidrogramas

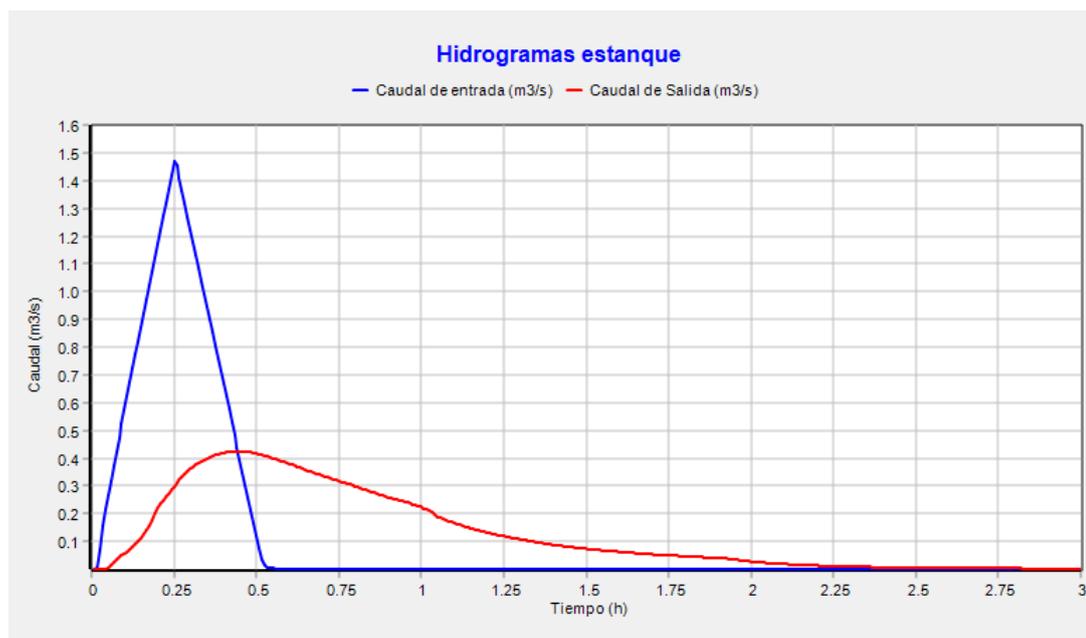


Figura 5-2 Hidrogramas estanque de amortiguación

El caudal máximo de salida es:  $Q_{max} = 0,425 \text{ m}^3/\text{s}$

El nivel máximo de agua en la sección media del estanque es:  $h = 0,76 \text{ m}$

En la Tabla 5-6 se presenta el caudal máximo de salida del padrón para la situación de proyecto con medida de control de escurrimiento, es decir el caudal máximo erogado del estanque más el caudal máximo de vertido directo.

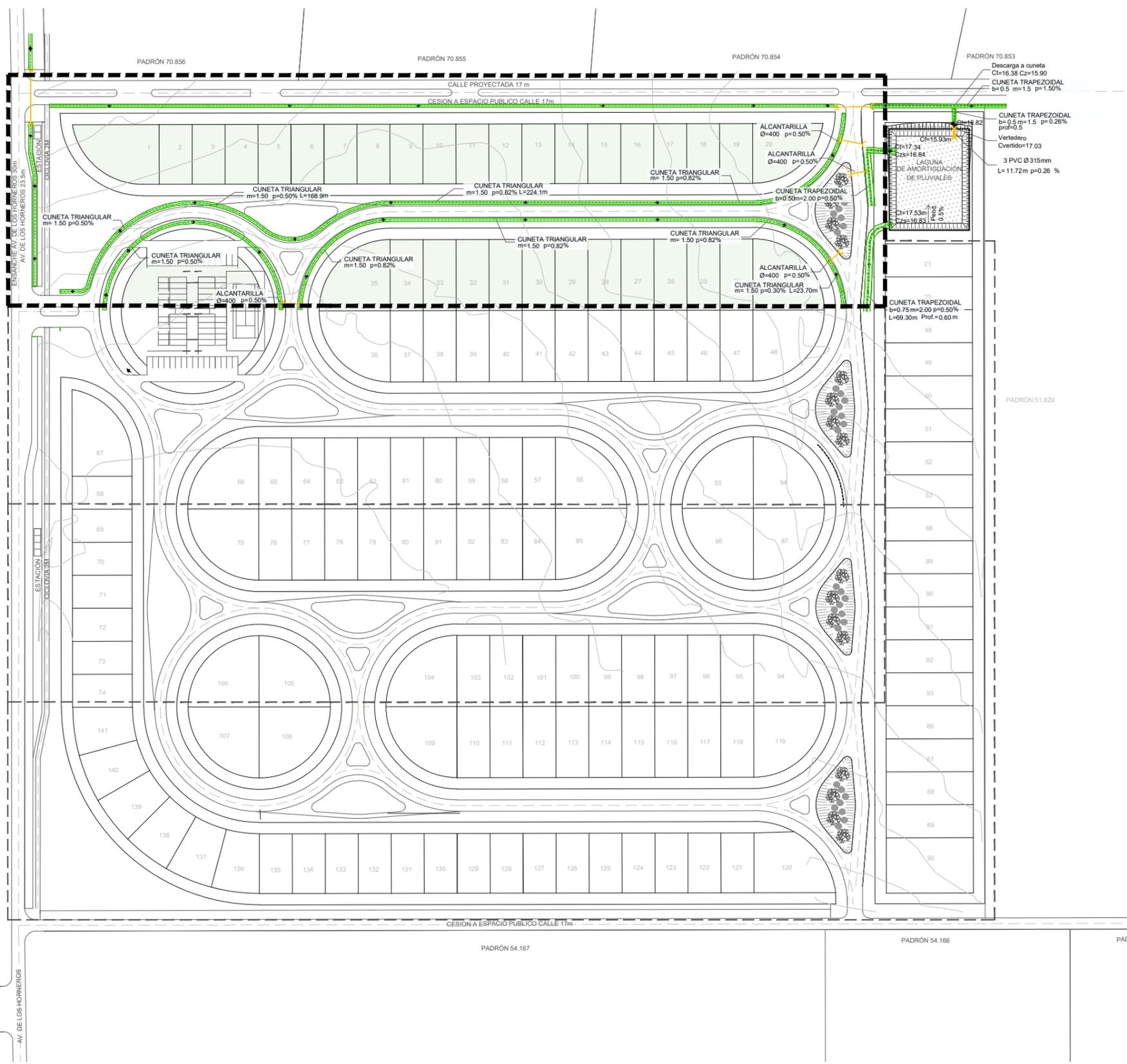
Q máx erogado Estanque (m3/s)	0,425
Q máx vertido directo Zona A (m3/s)	0,412
<b>Q PROY c/MCE padrón (m3/s)</b>	<b>0,837</b>

Tabla 5-4 Cálculo caudal máximo de salida del padrón con MCE

Como se desprende de la tabla anterior, el funcionamiento futuro con el tanque de laminación genera **impacto cero** en el drenaje de la zona. Asimismo se cuenta como elementos adicionales de control de escurrimiento las áreas de infiltración definidas en cada predio las cuales ayudarán a mitigar aún más los hidrogramas en eventos de lluvia.

# PLANTA DE DRENAJE - Etapa 1

1.2000



### REFERENCIAS

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	RED PROYECTADA
	ALCANTARILLA PROYECTADA
	CUNETA TRIANGULAR PROYECTADA
	CUNETA TRAPEZOIDAL PROYECTADA

INFORMACIÓN DE CUNETA TRIANGULAR

NOMBRE DE LA CUNETA → CUNETA TRIANGULAR  
 HORIZONTAL → m= 1.50 p=0.82% → PENDIENTE  
 VERTICAL →

INFORMACIÓN DE CUNETA TRAPEZOIDAL

NOMBRE DE LA CUNETA → CUNETA TRAPEZOIDAL  
 ANCHO → b= 1.50 m=0.82 p=0.50% → PENDIENTE  
 ↓  
 HORIZONTAL  
 VERTICAL

Dir: Av. J. Herrera y Reissig 510 - Montevideo  
 Tel: +598 2713 1113  
 Email: dica@dica.com.uy  
 www.dica.com.uy

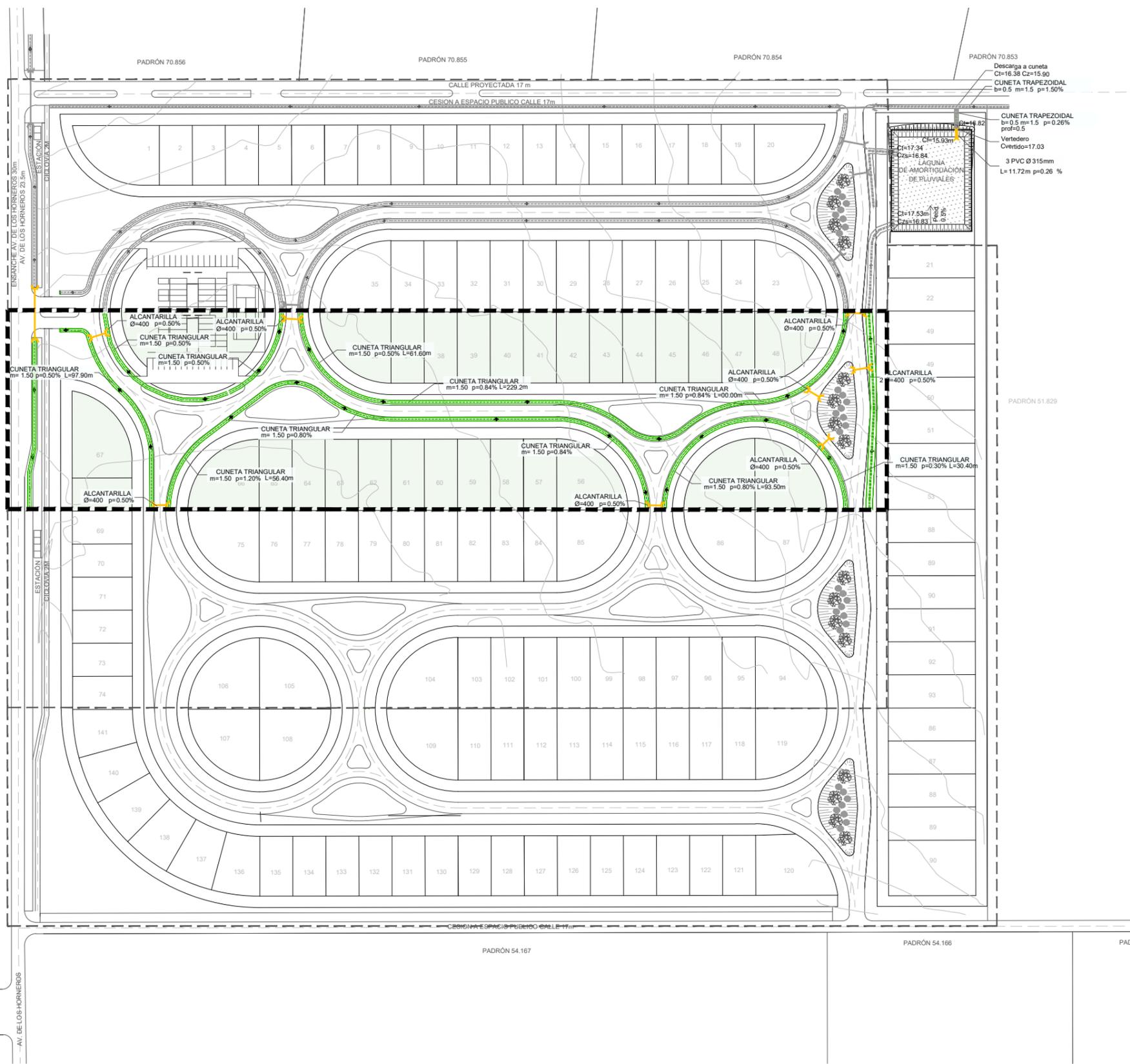
### HUERTA DE LOS HORNEROS

CONTENIDO: Planta de Drenaje - Etapa 1		LÁMINA:
COORDINACIÓN: Ing. Gabriel Díaz	UBICACIÓN: Av. de los Horneros	<b>PLV1</b>
RELEVAMIENTO: Ing. Magdalena Jaurena	EMPRENDIMIENTO: Huerta de los Horneros	
DIBUJO: Alvaro Polero	ESCALA: 1.2000	FECHA: AGO. 2019
		VERSIÓN: 1



# PLANTA DE DRENAJE - Etapa 2

1.2000



### REFERENCIAS

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	RED PROYECTADA
	ALCANTARILLA PROYECTADA
	CUNETA TRIANGULAR PROYECTADA
	CUNETA TRAPEZOIDAL PROYECTADA

INFORMACIÓN DE CUNETA TRIANGULAR

NOMBRE DE LA CUNETA → CUNETA TRIANGULAR  
 HORIZONTAL → m= 1.50 p=0.82% → PENDIENTE  
 VERTICAL →

INFORMACIÓN DE CUNETA TRAPEZOIDAL

NOMBRE DE LA CUNETA → CUNETA TRAPEZOIDAL  
 ANCHO → b= 1.50 m=0.82 p=0.50% → PENDIENTE  
 ↓  
 HORIZONTAL  
 VERTICAL

Dir: Av. J. Herrera y Reissig 510 - Montevideo  
 Tel: +598 2713 1113  
 Email: dica@dica.com.uy  
 www.dica.com.uy

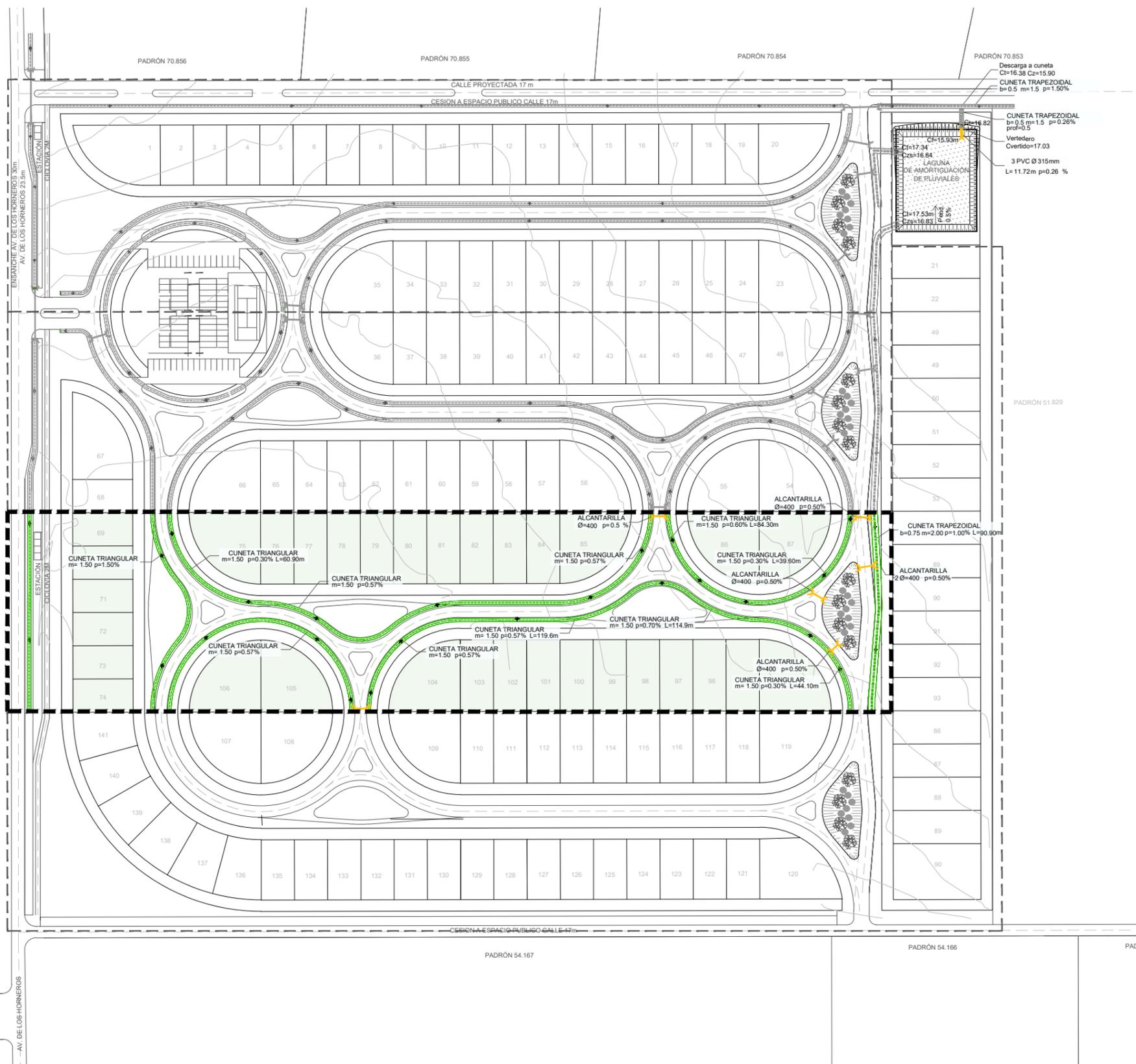
### HUERTA DE LOS HORNEROS

CONTENIDO: Planta de Drenaje - Etapa 2		LÁMINA:
COORDINACIÓN: Ing. Gabriel Díaz	UBICACIÓN: Av. de los Horneros	<b>PLV2</b>
RELEVAMIENTO: Ing. Magdalena Jaurena	EMPRENDIMIENTO: Huerta de los Horneros	
DIBUJO: Alvaro Polero	ESCALA: 1.2000	FECHA: AGO. 2019
		VERSIÓN: 1

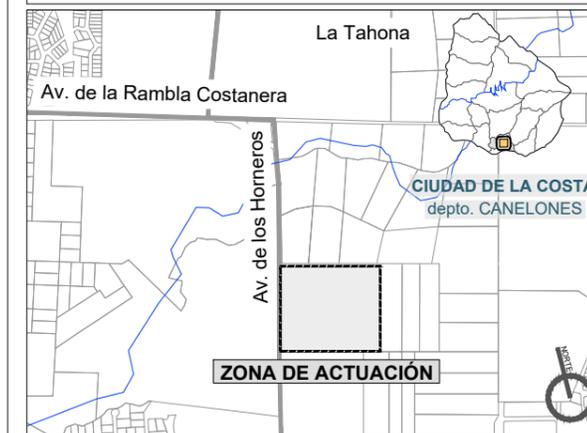


# PLANTA DE DRENAJE - Etapa 3

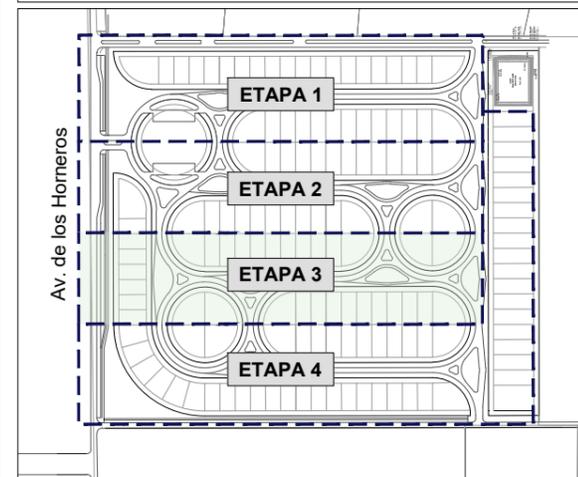
1.2000



## UBICACIÓN



## UBICACIÓN ESPECÍFICA



## REFERENCIAS

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	RED PROYECTADA
	ALCANTARILLA PROYECTADA
	CUNETAS TRIANGULARES PROYECTADAS
	CUNETAS TRAPEZOIDALES PROYECTADAS

INFORMACIÓN DE CUNETAS TRIANGULARES

NOMBRE DE LA CUNETA	→ CUNETAS TRIANGULARES
HORIZONTAL	→ m=1.50 p=0.82% → PENDIENTE
VERTICAL	

INFORMACIÓN DE CUNETAS TRAPEZOIDALES

NOMBRE DE LA CUNETA	→ CUNETAS TRAPEZOIDALES
ANCHO	→ b=1.50 m=0.82 p=0.50% → PENDIENTE
	↓
	HORIZONTAL
	VERTICAL

**dica & asociados**

Dir: Av. J. Herrera y Reissig 510 - Montevideo  
Tel: +598 2713 1113  
Email: dica@dica.com.uy  
www.dica.com.uy

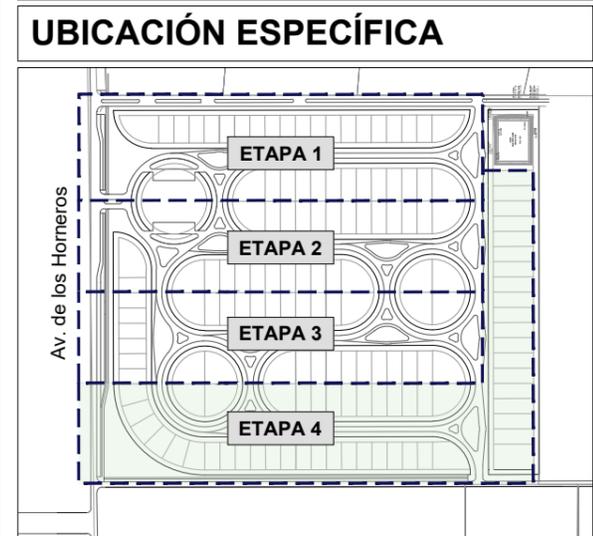
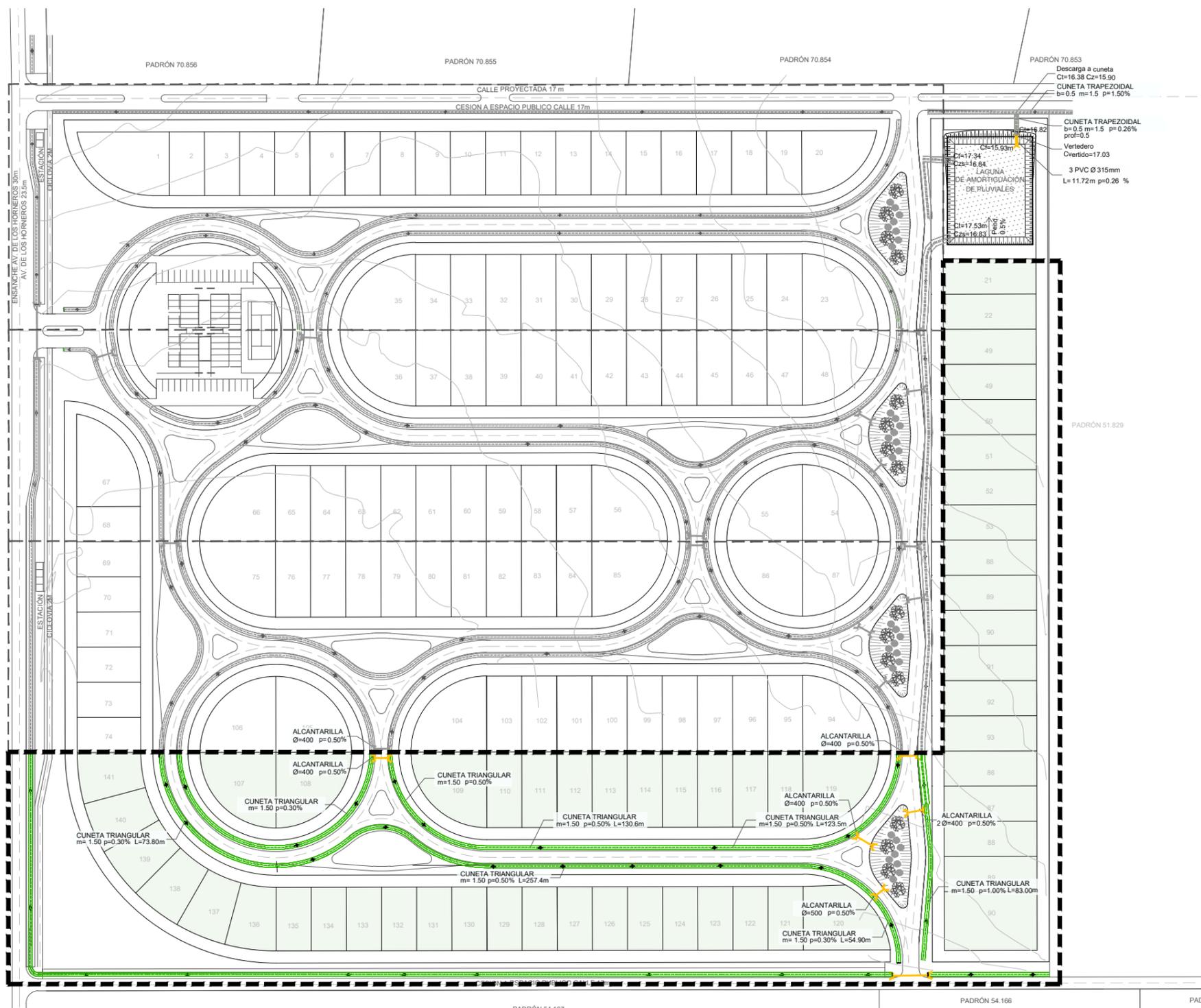
## HUERTA DE LOS HORNEROS

CONTENIDO: Planta de Drenaje - Etapa 3		LÁMINA:
COORDINACIÓN: Ing. Gabriel Díaz	UBICACIÓN: Av. de los Horneros	<b>PLV3</b>
RELEVAMIENTO: Ing. Magdalena Jaurena	EMPRENDIMIENTO: Huerta de los Horneros	
DIBUJO: Alvaro Polero	ESCALA: 1.2000	FECHA: AGO. 2019
		VERSIÓN: 1



# PLANTA DE DRENAJE - Etapa 4

1.2000



### REFERENCIAS

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	RED PROYECTADA
	ALCANTARILLA PROYECTADA
	CUNETA TRIANGULAR PROYECTADA
	CUNETA TRAPEZOIDAL PROYECTADA

### INFORMACIÓN DE CUNETA TRIANGULAR

NOMBRE DE LA CUNETA	→ CUNETA TRIANGULAR
HORIZONTAL	→ m= 1.50 p=0.82% → PENDIENTE VERTICAL

### INFORMACIÓN DE CUNETA TRAPEZOIDAL

NOMBRE DE LA CUNETA	→ CUNETA TRAPEZOIDAL
ANCHO	→ b= 1.50 m=0.82 p=0.50% → PENDIENTE HORIZONTAL VERTICAL

Dir: Av. J. Herrera y Reissig 510 - Montevideo  
Tel: +598 2713 1113  
Email: dica@dica.com.uy  
www.dica.com.uy

### HUERTA DE LOS HORNEROS

CONTENIDO: Planta de Drenaje - Etapa 4		LÁMINA:
COORDINACIÓN: Ing. Gabriel Díaz	UBICACIÓN: Av. de los Horneros	<b>PLV4</b>
RELEVAMIENTO: Ing. Magdalena Jaurena	EMPENDIMIENTO: Huerta de los Horneros	
DIBUJO: Alvaro Polero	ESCALA: 1.2000	FECHA: AGO. 2019
		VERSIÓN: 1

19041 - HOUSING LOS HORNEROS MASTER PLAN - Etapas - AP - V0.2.dwg  
Fecha de ploteado: ---

