

DESARROLLO DE UN DISEÑO DE RIEGO RESIDENCIAL

2021

Pablo Etchevers

A continuación, se presente el desarrollo de un diseño de riego de un parque con algo más de complejidad de manera de poder entender una forma resolutive.

En los pasos seguidos para desarrollar el diseño se ha hecho hincapié en cada uno de los pasos intentando aclarar cada decisión fundamentándola de la mejor forma posible. Los cálculos son reales al igual que todos los datos incluyendo el sistema final.

Esta propiedad está ubicada en Parque Lelior donde se procedió a recopilar la información necesaria la cual se presenta a continuación:

Plano del predio

Espacios a regar

Lámina a reponer

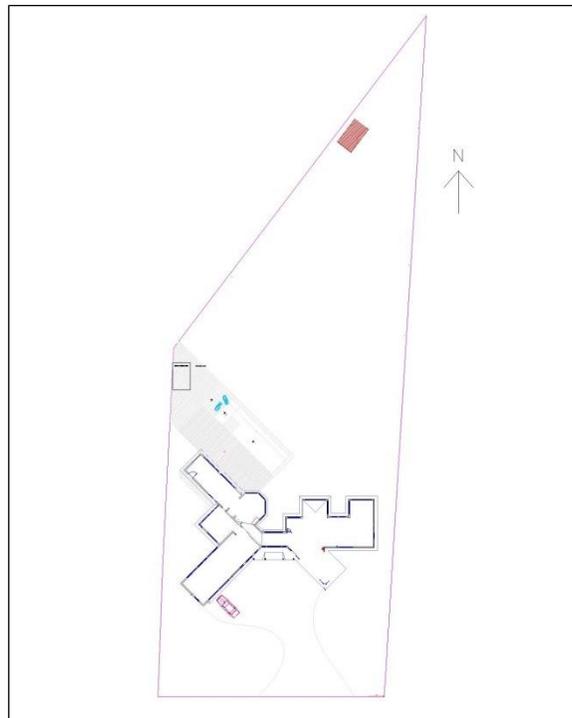
Tipo de emisor por sector

Presión y caudal del equipo de bombeo

Materiales necesarios para conducción y conexión

Veamos ahora un plano del parque a regar (ver plano 1)

PLANO 1



Como primera medida debemos recopilar toda la información necesaria del predio a regar. Lo primero y más importante es obtener un plano confiable donde se detallen todos los espacios, tanto lo destinados a riego como así también aquellos que no deben ser mojados. Dentro del plano deberemos conocer la escala, ubicar el norte, identificar las áreas más soleadas y todas aquellas construcciones o setos que provoquen sombra o interrupciones en la continuidad del riego.

El plano es el punto de partida de donde comenzará el diseño, es por eso la importancia de exactitud. En error de escala o de distribución, o bien de medidas puede significar un diseño totalmente equivocado llegando así al fracaso del trabajo.

Generalmente los planos se obtienen por generación propia o bien entregados por el cliente. En este último caso es inevitable hacer una visita para cotejar la información tanto de medidas como de distribución. Muchas veces nos encontramos frente a situaciones donde el plano entregado por el cliente no refleja la situación final de la parquización, árboles o setos vivos suelen no figurar en los planos de construcción, pero para nosotros esa información es muy importante y definitiva de cada una de las diferentes áreas a regar.

Como vemos en nuestro caso el plano representa los límites del predio y todas las construcciones existentes, no así podemos reconocer los setos y árboles que puedan llegar a existir. Para nuestro caso hemos hecho el reconocimiento del lote y hemos acordado con el cliente que se harán plantaciones posteriores a la instalación del equipo de riego, las cuales solo se basarán en setos bajos de plantas casi exclusivamente sobre los límites de la propiedad.

De este modo ya contamos con la información que nos permitirá comenzar a definir los diferentes sectores de riego.

SECTORES DE RIEGO

A partir de este punto, comenzaremos a realizar el diseño del equipo. Como primera medida debemos definir los diferentes sectores de riego. Para ello debemos cuales son los puntos básicos a evaluar para definir sectores.

Si consideramos como premisa básica una lámina de reposición de 8 mm por día, consideramos que estamos hablando de un sector que tiene al menos tres cuartas partes del día con sol directo. Bien sabemos que no es lo mismo regar un espacio que recibe sol durante todo el día que un espacio que solo lo recibe por la mañana. Una misma lámina de agua significaría problemas, es decir si regamos en función del sector más asoleado, tendremos exceso de humedad edáfica (incluso barro) en el sector con sombra a la tarde. Pero si regamos en función de la necesidad del sector que solo tiene sol por medio día, veremos que el otro sufriría una sequía importante incluso hasta llegar a secarse. Es por esto que cosa sector se deberá regar en función de las horas de sol directo, la exposición al viento, la cantidad de agua que generalmente recibe la zona en el peor momento del año (máxima evapotranspiración de agua y mínima lluvia ofrecida).

De esta manera dentro de nuestro plano, y conociendo el predio, ubicaremos los diferentes sectores de riego como primera medida en función de su necesidad de reposición de agua.

De un simple análisis preliminar podemos dividir en dos sectores diferentes. Por un lado el expuesto en su totalidad al norte, y por otro el que se encuentra expuesto al sur. Desde este primer análisis podemos deducir que la cantidad de horas con sol directo será diferentes para ambos sectores, es por este motivo que al menos ellos no podrán recibir la misma lámina de reposición.

Para manejar la lámina es ahora donde debemos volver al capítulo de emisores. Allí mencionamos que un mismo rotor o tobera puede instalarse con diferentes tipos de boquillas de manera tal de erogar más o menos caudal de agua a una distancia mayor o menor. Alguien podría intuir que colocando los mismos emisores, pero con diferentes boquillas no tendríamos porque separar los sectores si logramos la combinación de boquillas que entregue más agua al sector del norte y menos al del sur.

Esto no es del todo correcto por los siguientes motivos. Primero no sabemos (y es muy difícil de estimar) cuanta más agua deberá recibir un sector con respecto al otro, de esta forma, no podrán tener la misma duración de tiempo de riego. Con esta sola afirmación es suficiente para justificar una diferenciación de sectores. Pero hay otros argumentos que son tan válidos como este para llegar a la sectorización. Como también vimos en el capítulo de emisores, hay divisiones entre ellos basadas en el caudal erogado y la distancia de alcance. Sabemos que los rotores erogan un caudal inferior por unidad de tiempo que las toberas pero con un alcance mucho mayor. Es por esto que en ciertos lugares el uso de rotores es inadecuado por el alcance que poseen. Partiendo desde este punto podemos concluir que no en todos los espacios podemos usar indiferentemente rotores o toberas.

Ya tenemos dos argumentos para definir diferentes sectores de riego. Una cosa que no hemos aclarado es que por cada sector de riego agregado al turnado de riego general de un parque, reducimos la potencia instantánea de la bomba logrando un menor gasto de energía. Tomemos un ejemplo muy simple: si tengo un parque de 1000 metros cuadrados, para otorgar una lámina en un tiempo X necesitaré, si uso un solo sector o turno, una bomba que llamaremos de potencia 10. Ahora en vez de tener ese parque con un solo turno lo divido en dos teniendo dos turnos o sectores muy parecidos. Si cada uno de los turnos se riega en nuestro tiempo X tenemos que la bomba deberá ser $10/2$ o sea 5 de potencia aunque mi tiempo de riego se duplique. Vemos que la potencia se divide a la mitad y sin duda el gasto de energía será menor en el segundo caso. Ahora bien, si decidimos tomar uno de los sectores y dividirlo en dos y colocarles a ambos nuevos sectores emisores que utilicen un 25% del tiempo de los que originalmente planteamos (poseen mayor lámina), tenemos que como resultado hay tres turnos de riego para la misma potencia de bomba (5) pero con estos tiempos:

Sector 1: X

Sector 2: $X/2$

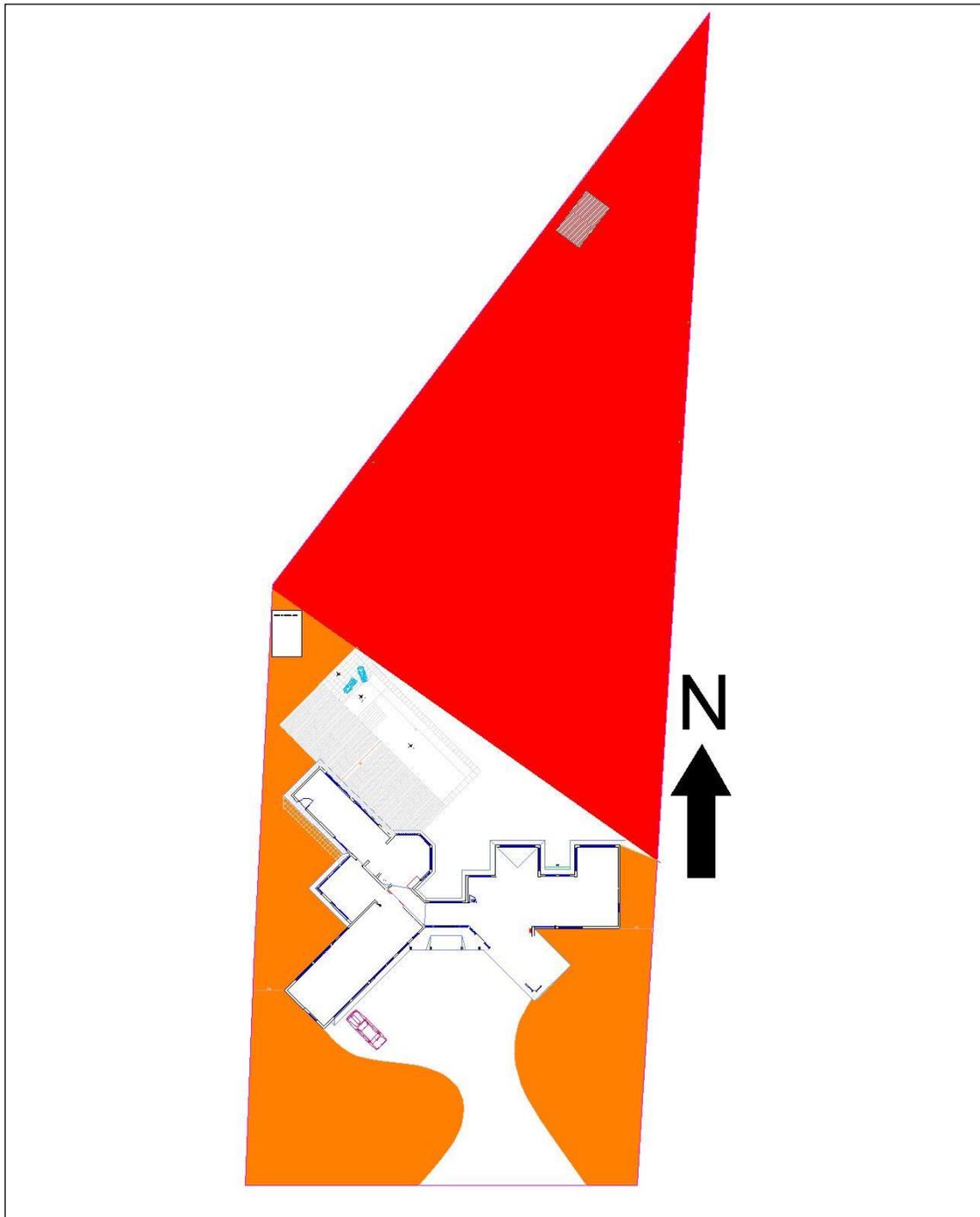
Sector 3: $X/4$

Teniendo un tiempo total de X más $X/2$. Vemos que hemos logrado llevar la potencia de la bomba a la mitad, pero sin duplicar el tiempo de riego original.

Pero es compromiso aclarar cada sector agregado significa un mayor costo del equipo en materiales. Acá es donde se necesita criterio para hacer el diseño y argumento para defenderlo.

Veamos cómo queda referenciado el plano con la división planteada (plano 2).

PLANO 2

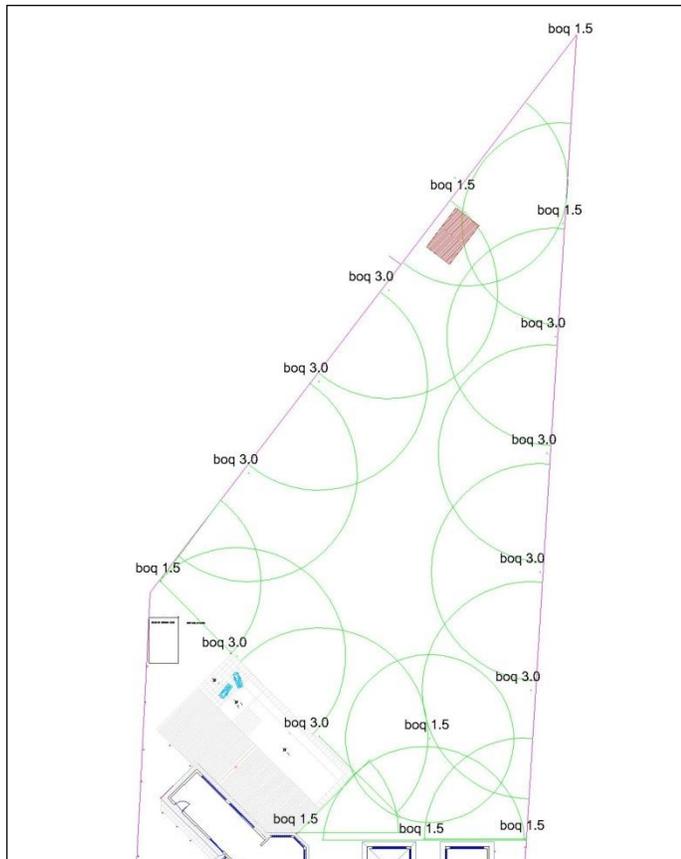


Como podemos ver, la zona norte –en rojo- es muy superior a cualquiera de las que se encuentra al sur de la casa. Es allí donde buscaremos ubicar los emisores de mayor alcance (rotores) que suelen ser más económicos por unidad de superficie, aunque con menor caudal que las toberas.

Por el contrario, en el lado sur, vemos un sector al lado derecho de la casa y otro al izquierdo. Ambos sectores consumirán una misma lámina de reposición.

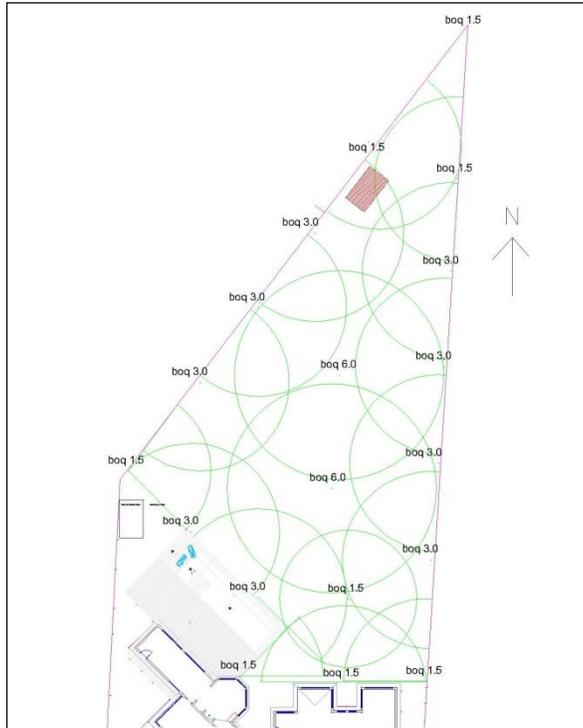
Comencemos ahora a ubicar los emisores buscando regar cada sector con al menos un emisor. Cada vez que debemos diseñar la ubicación de los emisores, como en el ejemplo explicado anteriormente, debemos comenzar a cubrir el perímetro de cada sector y luego el centro. Como podemos ver en el plano 3, al cubrir el perímetro, quedan muy pocos espacios sin ser afectados por algún emisor también debemos recordar que al completar el perímetro tomamos como distancia mínima entre rotores, tomamos un sistema cabeza a cabeza (50%) y como máximo un 40% de superposición de diámetros. La elección de las boquillas se corresponde a la relación que existe entre ellas de manera tal que la boquilla de círculo completo erogare 4 veces más que la de 90° y 2 veces más que la de 180°. La elección de la presión fue de 2,5 bares (la presión recomendada está entre 1,7 a 4,5 bares).

PLANO 3



Luego completamos el centro del espacio, en nuestro caso dos rotores centrales de 360° son suficientes para cubrir la totalidad del espacio. Ver plano 4.

PLANO 4

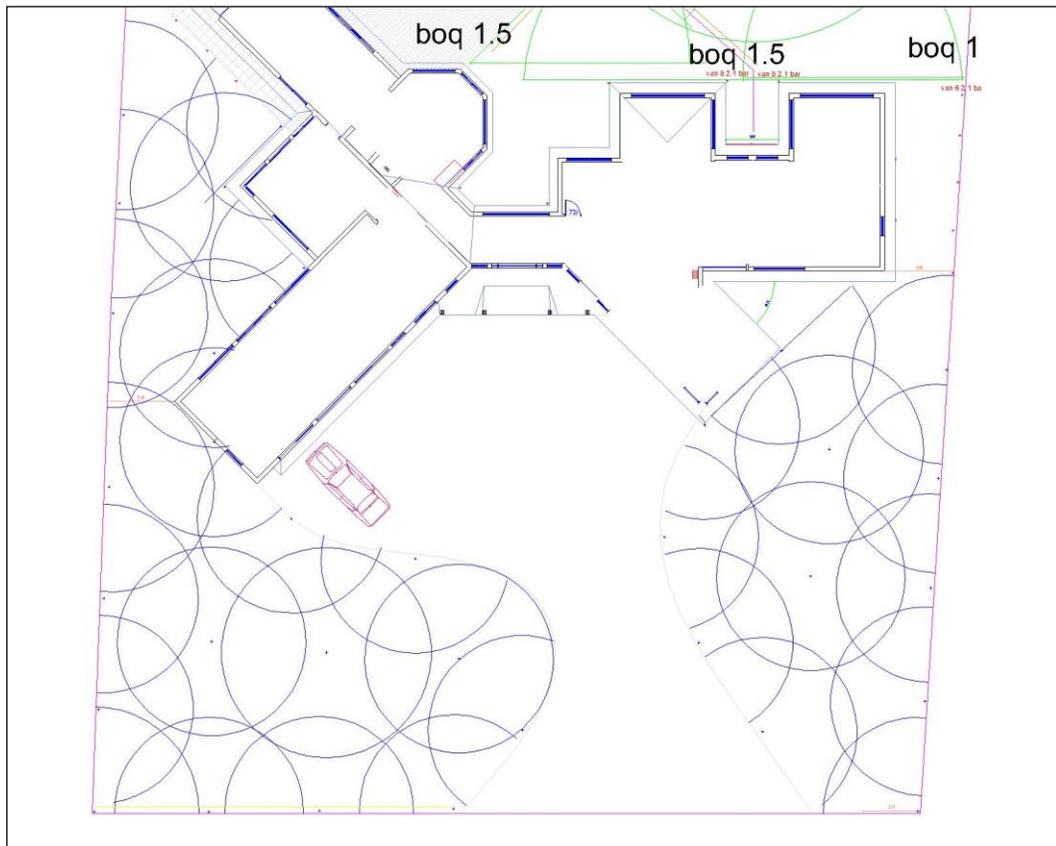


Ya hemos resuelto el primero de los sectores del parque. Para continuar con debemos establecer nuevamente ciertos criterios agronómicos que nos servirán para justificar las nuevas direcciones del diseño.

Como vemos en el plano original, en la parte sur del predio vemos dos sectores claramente identificados y separados por la entrada de vehículos. En ambos sectores tenemos distancias importantes pero que no permiten el uso de rotores ya que los mismos sobrepasan las distancias de mojado. Pero al mismo tiempo si quisiéramos usar toberas, debido al alcance de las mismas vemos que la cantidad necesaria de las mismas elevaría el costo en materiales e instalación de manera importante. La empresa Rain Bird ha encontrado una solución para este tipo de problemas que es la incorporación de una línea de emisores llamados boquillas rotativas que poseen un caudal 60% inferior al de las toberas pero con un diámetro de alcance superior y que al mismo tiempo pueden combinarse con algunos rotores de la misma marca de la serie 5000. Estas boquillas se instalan sobre cuerpos de toberas de la serie 1800, lo que significa no tener que adquirir otro emisor más.

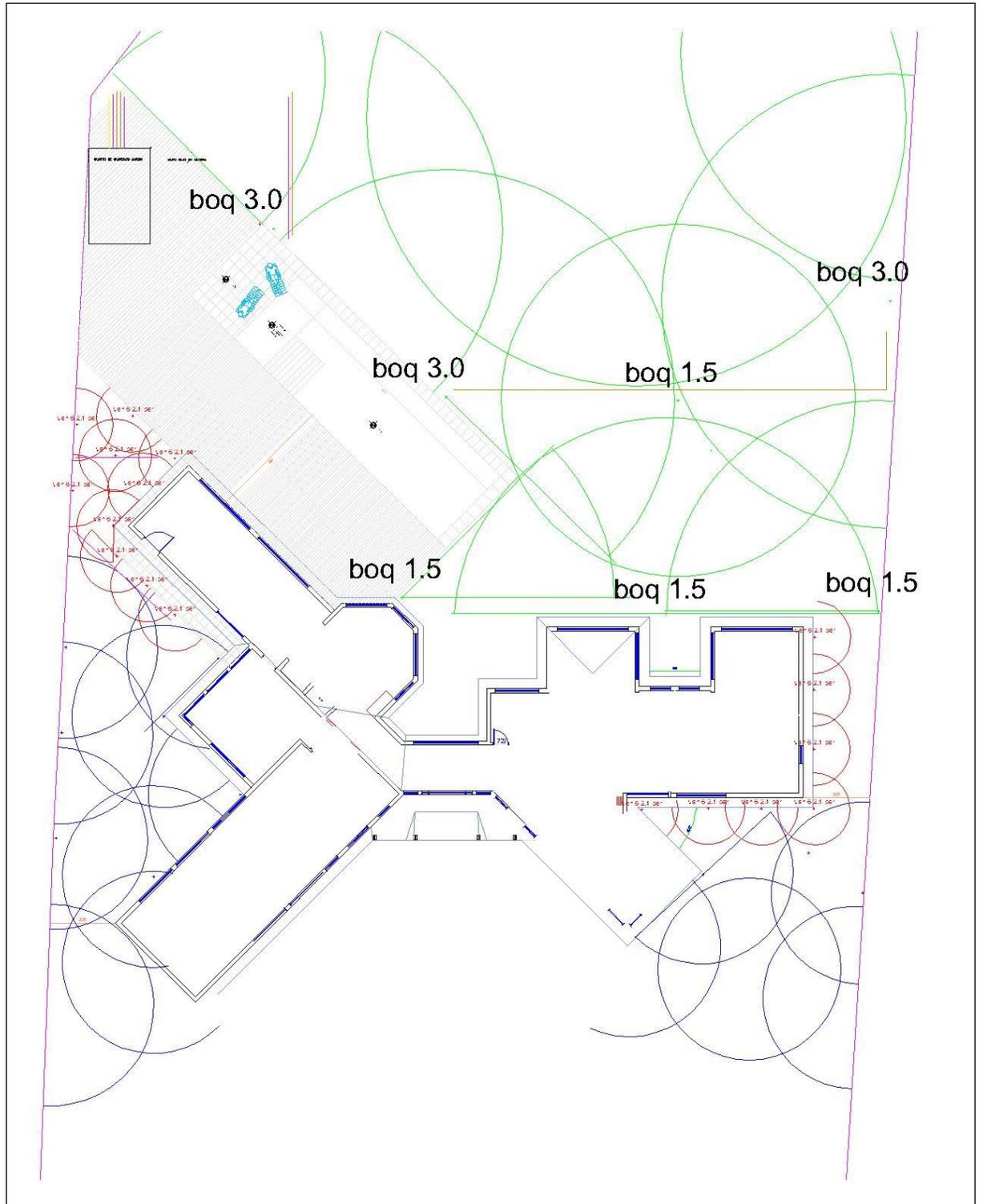
Nuevamente comenzaremos a ubicar las boquillas rotativas sobre el perímetro y luego en el centro (ver plano 5). Solo hemos podido ubicar 4 boquillas rotativas de 360°, dos por cada sector. Para este tipo de emisor la presión recomendada está entre 1,4 a 3,8 bares, por lo que al diseñar tomamos una presión de 2,5 bares. Cuando diseñamos con este tipo de boquillas, debemos tener en cuenta que estos emisores vienen con ángulo preestablecido.

PLANO 5



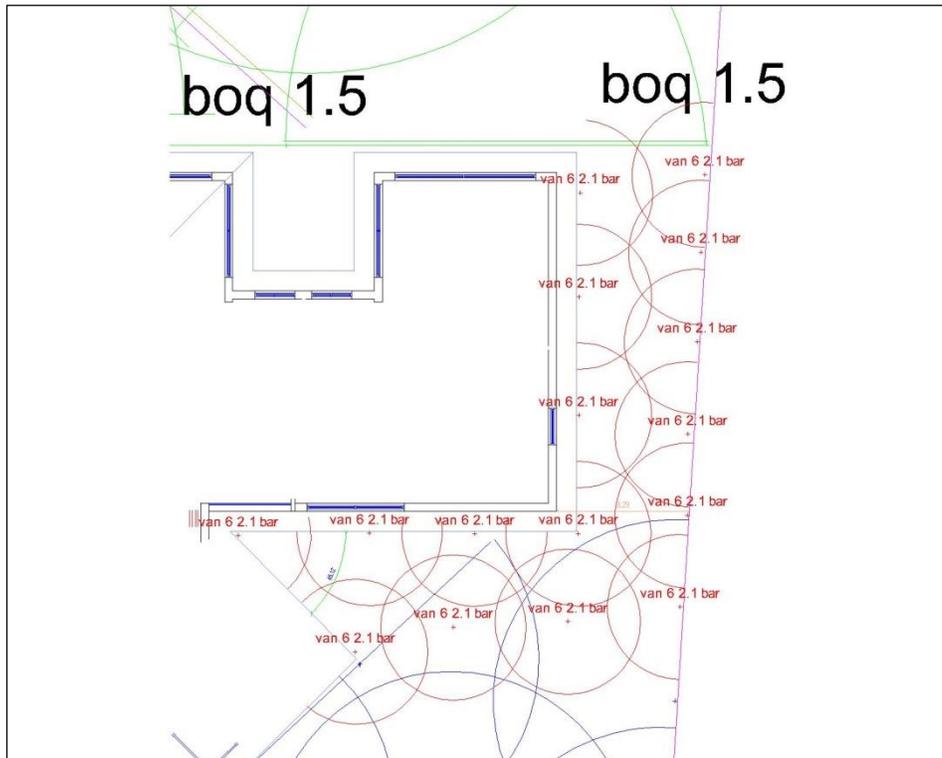
Hasta este punto hemos logrado diseñar tres sectores que representan casi la totalidad del predio. Pero ahora se nos presenta una de las etapas más lentas y engorrosas del diseño de nuestro parque que es la de cubrir los rincones y pasillos no regados. Como podemos ver en el plano 6 existen dos pasillos junto a la casa más una serie de rincones que nos hemos cubierto ni con rotores, ni con boquillas rotativas. Para este tipo de espacios tenemos difusores de alto caudal y corto alcance que poseen una gran variedad de formas de mojado que nos permiten adaptarlos de una manera muy versátil. Las toberas con boquillas normales o especiales son ideales en este tipo de situaciones.

PLANO 6



Del mismo modo que comenzamos anteriormente, para el caso de las toberas cubriremos primero el perímetro pero haciendo preferencia en las esquinas y rincones.

Tomemos como referencia el pasillo este del parque. Una vez elegidas las boquillas en función de las distancias a cubrir comenzamos con la distribución sobre el perímetro. Como primera medida cubrimos el perímetro de la casa ya que es la única edificación (en esta situación) que no debemos mojar al regar. Como vemos en el plano 6, y buscando una presión de trabajo de 2,1 bares, hacemos la superposición de diámetros en el orden del 50% al 40%. Luego completamos el perímetro correspondiente al límite de la propiedad considerando las zonas afectadas por los rotores y las boquillas rotativas.



Del mismo modo completamos el resto de los espacios e incluso podemos cambiar las boquillas para lograr emisores de menor caudal y menor diámetro. De esta forma completamos la totalidad de los espacios vacíos.

Al momento hemos terminado de ubicar la totalidad de los emisores. Es momento ahora de calcular el consumo total de agua. Una forma práctica de hacer este cálculo es volcar la totalidad de emisores en una planilla. A continuación se presentan los diferentes emisores separados por grupos en función del tipo de emisor y por ubicación. De esta forma podremos calcular sectores y consumos cercanos para el dimensionamiento de las tuberías de conducción.

Sobre todos los emisores el valor de caudal se expresa en metros cúbicos por hora.

rotor 5004 PC				
Boquilla Rain Curt Rain		2,5 bar		total
sector 1	Q	cantidad	Q total	
90°	0,31	8	2,48	
180°	0,62	9	5,58	
360°	1,21	2	2,42	10,48

frente - este				
Rotativas Sector 2		2,4 bar		total
	Q	cantidad	Q total	
360	0,3924	2	0,7848	
180	0,1962	9	1,7658	
90	0,0984	1	0,0984	2,649

frente oeste				
Rotativas sector 3		2,4 bar		total
	Q	cantidad	Q total	
360	0,3924	3	1,1772	
180	0,1962	12	2,3544	
270	0,1482	1	0,1482	
90	0,0984	3	0,2952	3,975

toberas 2,1 bar					totales
Oeste y Norte					
Van 8	360	0,39	1	0,39	
	270	0,35	5	1,75	
	180	0,27	0	0	
	90	0,16	2	0,32	
van 6	360	0,27	0	0	
	270	0,25	0	0	
	180	0,14	0	0	
	90	0,08	2	0,16	
van 4	360	0,14	0	0	
	270	0,17	0	0	
	180	0,1	1	0,1	
	90	0,07	0	0	2,72
Oeste y sur					
van 6	360	0,27	2	0,54	
	270	0,25	2	0,5	
	180	0,14	11	1,54	

	90	0,08	1	0,08	2,66
Este					
van8	90	0,16	1	0,16	
van6	360	0,27	1	0,27	
	270	0,25	1	0,25	
	180	0,14	7	0,98	
	90	0,08	1	0,08	1,74

Las tablas muestran las divisiones de los diferentes emisores en función de sus características y ubicación. En estos momentos la idea básica es tratar de uniformar caudales para alimentar los diferentes emisores en función de su ubicación (ahorramos tubería) y de su tiempo de funcionamiento para cumplimentar la lámina de reposición necesaria.

Una regla considerada de “oro” en el diseño del riego de parques es la de NUNCA regar con dos tipos de emisores diferentes, es decir, nunca podrán regar juntas las toberas con los rotores. Esto se basa en que el caudal de agua erogado por unidad de tiempo de una tobera es casi el doble de un rotor, y el régimen de presiones recomendado para estas es inferior al de los rotores.

A partir de este punto y teniendo en cuenta las consideraciones descritas, deberemos buscar la manera de agrupar los emisores.

Como se desprende de las tablas arriba descritas tenemos que los rotores necesitan en su totalidad un caudal de 10,48 m³/h, las boquillas rotativas 6,62 m³/h y las toberas 7,12 m³/h. Con esta información generemos los “puntos de la bomba”:

m ³ /h	presión (bar)	emisor
10,48	2,5	rotores
6,624	2,4	rotativas
7,12	2,1	toberas

Seguramente no encontremos bomba alguna que nos ofrezca este tipo de rendimiento. Es ahora cuando debemos poner en práctica ciertos criterios hidráulicos más un poco de imaginación.

Si es posible que una bomba erogue menor caudal a mayor presión. A manera de ejemplo tomemos la siguiente tabla de una bomba real:

tabla de rendimientos (m ³ /h)									
modelo	altura manométrica total								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
BMS 407/1,5		6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,3	5,1	4,8
BMS 407/2		6,7	6,6	6,4	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4

Evidentemente debemos hacer algún tipo de cambio sobre los emisores y su distribución de manera tal de lograr algo de uniformidad sobre los diferentes sectores.

Tomemos como base los rotores. Si partimos de un único sector de necesite un caudal de 10,48 m³/h, el resto de los sectores quedarán sobre dimensionados respecto al caudal, y la unión de los mismos, más allá de no ser posible nos significaría un caudal total de 13,74 m³/h., lo que es superior al necesario por los rotores. Por otro lado, cuanto más grande es el caudal necesario (y del mismo modo la presión), necesitaremos una bomba más grande, lo que se traduce en mayores costos energéticos de funcionamiento.

Hagamos ahora los siguientes cambios. Consideremos que los rotores los pondremos en dos turnos de riego diferentes como para no sobre dimensionar la bomba de riego. Esto significa que cada uno de ellos estará en el orden de los 5, 24 m³/h con la misma presión (2,5 bar). De este modo las rotativas, con un consumo de 6,62 m³/h y una presión de 2,4 bar, no se encuentran tan lejos de los rotores. Nuestro problema en el siguiente paso serán las toberas. Difícilmente podamos acomodar el caudal necesario, bajo estas condiciones, como para lograr el correcto funcionamiento del sistema. Una alternativa es la de modificar la presión de trabajo de las mismas, para nuestro caso lo ideal sería bajar la presión (a 1,8 bar). De este modo la tabla se modifica de la siguiente manera:

toberas 1,8 bar				totales
Oeste y Norte				
Van 8	360	0,38	1	0,38
	270	0,34	5	1,7
	180	0,26	0	0
	90	0,16	2	0,32
van 6	360		0	0
	270		0	0
	180		0	0
	90	0,08	2	0,16
van 4	360		0	0
	270		0	0
	180	0,1	1	0,1
	90		0	0
				2,66
Oeste y sur				
van 6	360	0,27	2	0,54
	270	0,24	2	0,48
	180	0,13	11	1,43
	90	0,08	1	0,08
				2,53
Este				
van8	90	0,16	1	0,16
van6	360	0,27	1	0,27
	270	0,24	1	0,24
	180	0,13	7	0,91

	90	0,08	1	0,08	1,66
--	----	------	---	------	------

El caudal necesario para esta operación es de 6,85 m³/h a una presión de 1,8 bar. De esta forma vemos (y comparando con los rendimientos de la bomba) estamos en una situación más cómoda de funcionamiento.

Si hacemos nuevamente la generación de los “puntos de la bomba” tenemos:

m ³ /h	presión (bar)	emisor
5,24	2,5	rotores 1
5,24	2,5	rotores 2
6,62	2,4	rotativas
6,85	1,8	toberas

Ahora usemos el mismo procedimiento para las boquillas rotativas:

Rotativas Sector 2	frente - este Q	2,1 bar cantidad	Q total	total
360	0,3636	2	0,7272	
180	0,1818	9	1,6362	
90	0,0906	1	0,0906	2,454

Rotativas sector 3	frente oeste	2,1 bar cantidad	Q total	
360	0,3636	3	1,0908	
180	0,1818	12	2,1816	
270	0,2724	1	0,2724	
90	0,0906	3	0,2718	3,8166

La nueva generación de los puntos de la bomba quedaría:

m ³ /h	presión (bar)	emisor
5,24	2,5	rotores 1
5,24	2,5	rotores 2
6,27	2,1	rotativas
6,85	1,8	toberas

Estas modificaciones tienen un efecto sobre el radio efectivo de riego. En el caso de los rotores es de 0,20 metros y para las toberas de 0,10 metros.

De esta forma definimos los siguientes turnos de riego:

	m3/h	presión (bar)	emisor
turno 1	5,24	2,5	rotores 1
turno 2	5,24	2,5	rotores 2
turno 3	6,27	2,1	rotativas
turno 4	6,85	1,8	toberas

Analicemos la situación actual del diseño:

- Logramos cubrir la totalidad de los espacios con emisores
- Dividimos los emisores en turnos
- Logramos turnados equilibrados

Ahora es momento de definir los siguientes parámetros:

- Cálculo de tuberías y su distribución
- Establecer tiempos de riego
- Detalle de materiales

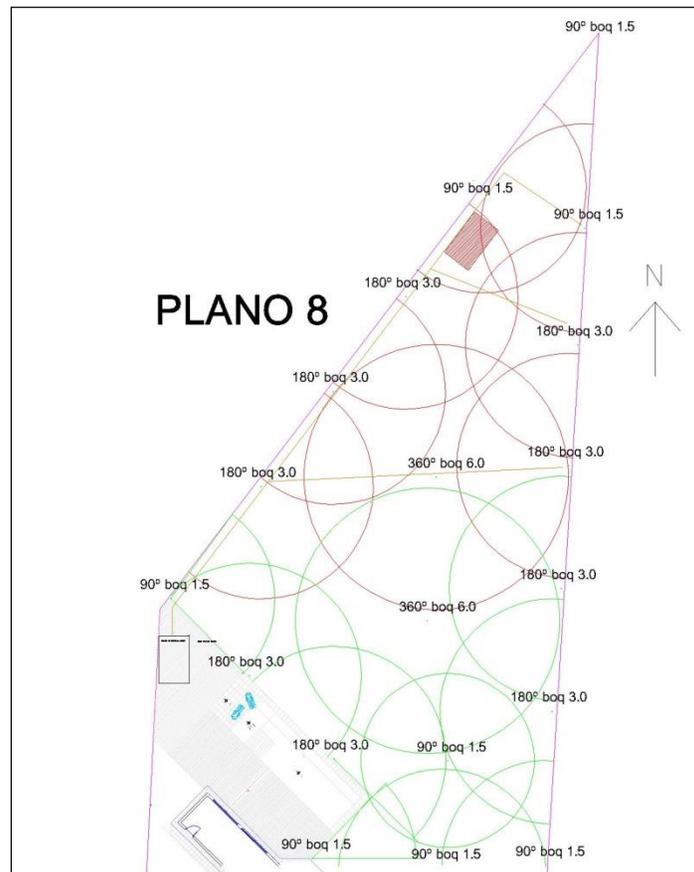
Tuberías de conducción:

Es momento de ver como logramos que cada emisor tenga el caudal y la presión necesarios para su funcionamiento. La forma de lograrlo es a través del tendido e tuberías de conducción. Cada turno de riego posee su propia tubería, con su válvula y accesorios. Fundamentalmente deberemos lograr llegar a cada uno de los emisores utilizando el camino más corto, con menos accesorios (lo más recto posible) y perdiendo la menor cantidad de presión por conducción que se nos permita sin caer en diámetros exageradamente grandes que hagan inviable el equipo por costos.

Como punto de partida para el cálculo de la tubería de un turno es conocer el caudal que deberemos transportar y que la presión entre el primer y el último emisor no tengamos variaciones de presión mayores al 10% (esto se considera como otra regla de oro).

Existen una serie de programas que nos pueden ayudar a calcular las pérdidas de presión por conducción de las distancias y caudales en función de los diferentes diámetros. Nosotros utilizaremos uno de los programas más conocidos que se llama Teles cope.

Comencemos con la tubería que abastecerá los rotores del turno 1. Pero primero deberemos establecer cuántos y cuáles son los rotores que abastecerán al turno 1 de manera tal que tengan un consumo similar al turno 2 y geográficamente estén próximos de manera tal que se necesite la menor cantidad de tubería para minimizar el costo de materiales y el trabajo de instalación. De esta forma logramos agrupar los emisores como se muestra en el plano 8. Allí vemos como los emisores que conforman el turno 1 (en rojo) se encuentran medianamente cerca entre sí, o mejor dicho, pueden ser abastecidos por una tubería sin mayores recorridos.



La pérdida de carga en las tuberías se presenta dos formas. La primera es la pérdida de carga por transporte (tiene en cuenta el largo, el diámetro y el tipo de material de la tubería) y la segunda la pérdida por accesorios (codos, tees, etc.). Para poder hacer un correcto cálculo de la tubería deberemos conocer el caudal a conducir, y las pérdidas de carga. El análisis lo haremos por tramos, que aunque sea un método más largo, es más simple para resolver. Generalmente, en el diseño de riego de parques se usan diámetros chicos. Una medida que equilibra precio y calidad es el PVC diámetro 40mm K6, es un muy buen tubo en la mayoría de las marcas con una pared acorde a las necesidades del equipo, que no necesita una zanja importante.

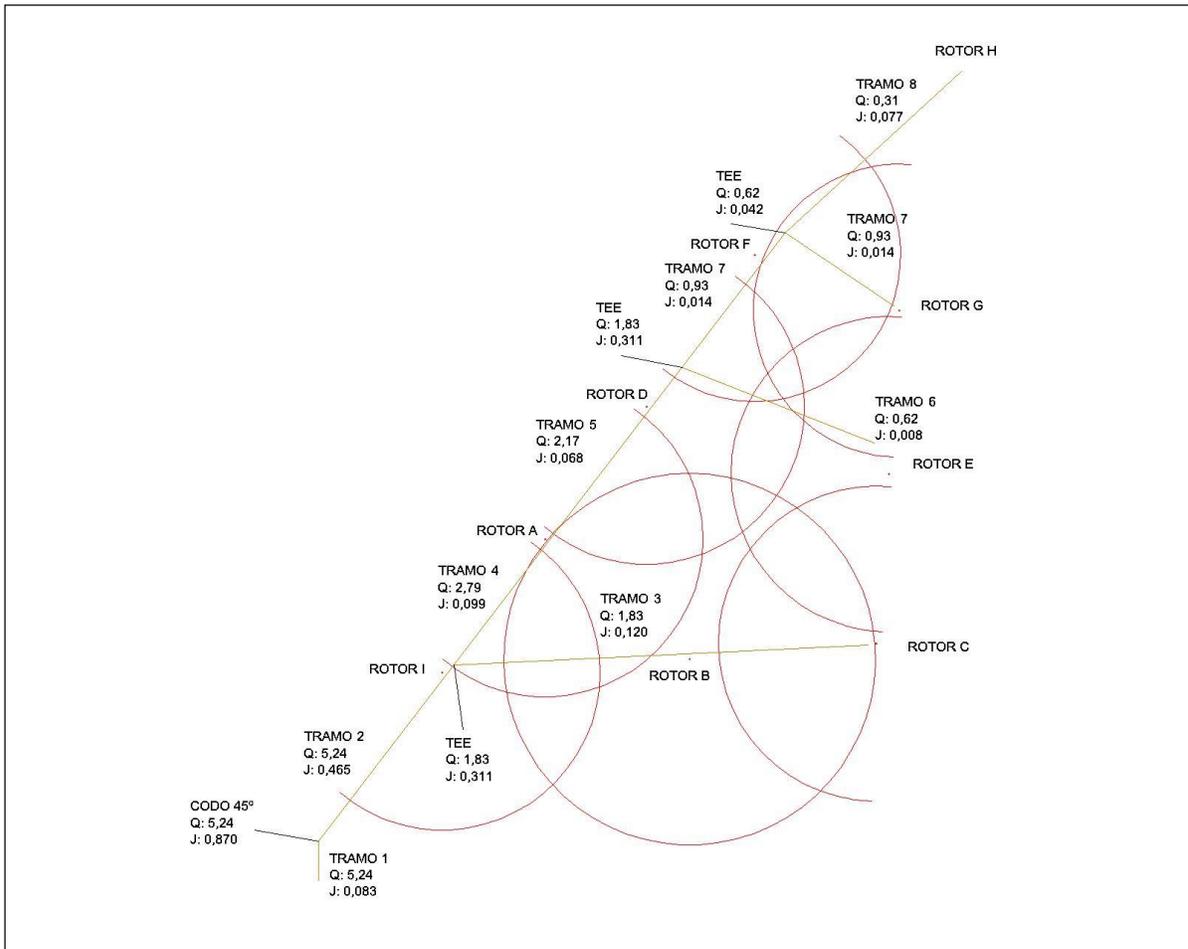
La casilla que se muestra en el plano, donde nace la tubería, será nuestro punto de partida, allí se ubicarán todas las válvulas y los controladores. Veamos, partiendo desde este punto, cuales son los diferentes tramos y accesorios con su respectiva pérdida de carga:

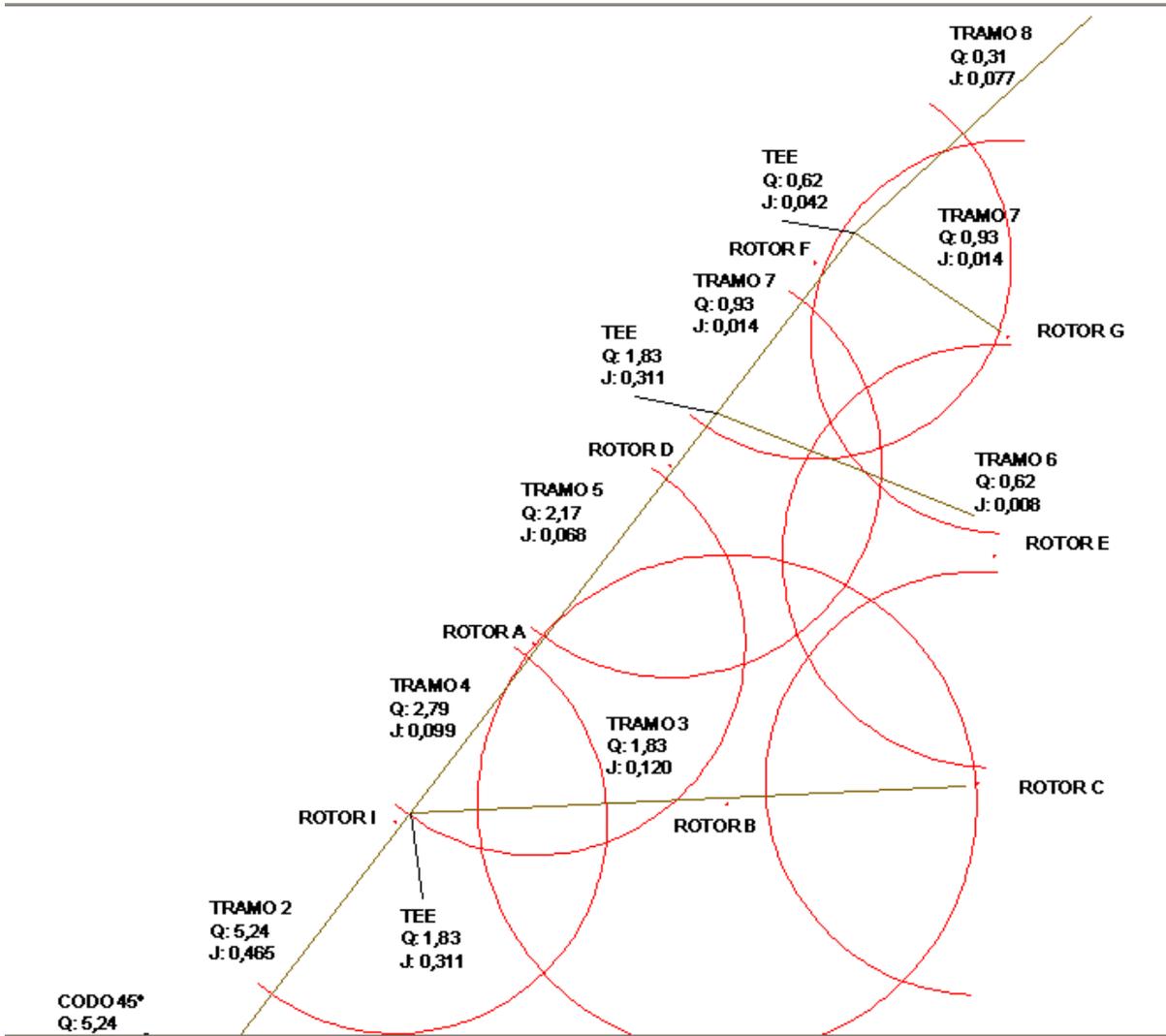
TABLO DE DISTANCIAS TURNO 1		
TRAMO	caudal	pérdida en m
2,86	5,24	0,083
codo 45	5,24	0,870
16	5,24	0,465
tee	1,83	0,311
29	1,83	0,120
11	2,79	0,099
12	2,17	0,068
tee	0,62	0,042
15	0,62	0,008
12	0,93	0,014
tee	0,62	0,042
10	0,62	0,005
chicote 17	0,31	0,077

De esta manera, si denominamos cada uno de los rotores vemos que la presión que alcanza a cada uno es la siguiente:

TABLA DE PRESIONES EN ROTORES	
ROTOR	PERDIDA EN m
I	1,418
A	1,517
B	1,849
C	1,849
D	1,585
E	1,904
F	1,599
G	1,655
H	1,676

Volcado en un plano resumido el resultado es:





Ahora verificamos que las diferencias de presión entre rotores no superan más del 10%. Sabemos que la presión de trabajo que hemos solicitado es de 2,5 bares, es decir 25,49 m.c.a. Pero para obtener esta presión de trabajo en el rotor debería sumar las pérdidas de carga. Una forma de realizar esto sin mayores complicaciones es promediar la pérdida de todos los rotores para luego sumarle esa carga a lo pedido a la bomba.

PRESIÓN DE TRABAJO vs PÉRDIDA				
ROTOR	P de Trabajo	pérdida	P efectiva	diferencias
I	27,162	1,418	25,744	0,9982%
A	27,162	1,517	25,645	0,6098%
B	27,162	1,849	25,313	0,6927%
C	27,162	1,849	25,313	0,6927%
D	27,162	1,585	25,577	0,3431%
E	27,162	1,904	25,258	0,9084%
F	27,162	1,599	25,563	0,2881%
G	27,162	1,655	25,507	0,0684%
H	27,162	1,676	25,486	0,0139%

De la tabla de presión de trabajo vs pérdida encontramos las diferencias teóricas de presión son mínimas. Por lo que concluimos que el dimensionamiento de la tubería es correcto. Pero también podemos preguntarnos si la tubería seleccionada (PVC 40mm K6) no es demasiado grande, si un diámetro menor no sería conveniente. La respuesta es compleja. Diámetros inferiores a 40, por ejemplo el próximo inferior que es 32mm, no son fáciles de conseguir, por otro lado la relación costo beneficio no favorece a los diámetros chicos por cuestiones de practicidad en el armado, muchas veces los conectores iniciales no tiene un buen apoyo en diámetro inferiores a 40mm por ejemplo.

De esta manera hemos logrado calcular la tubería del turno 1 que alimenta 9 rotores del sector norte de la propiedad.

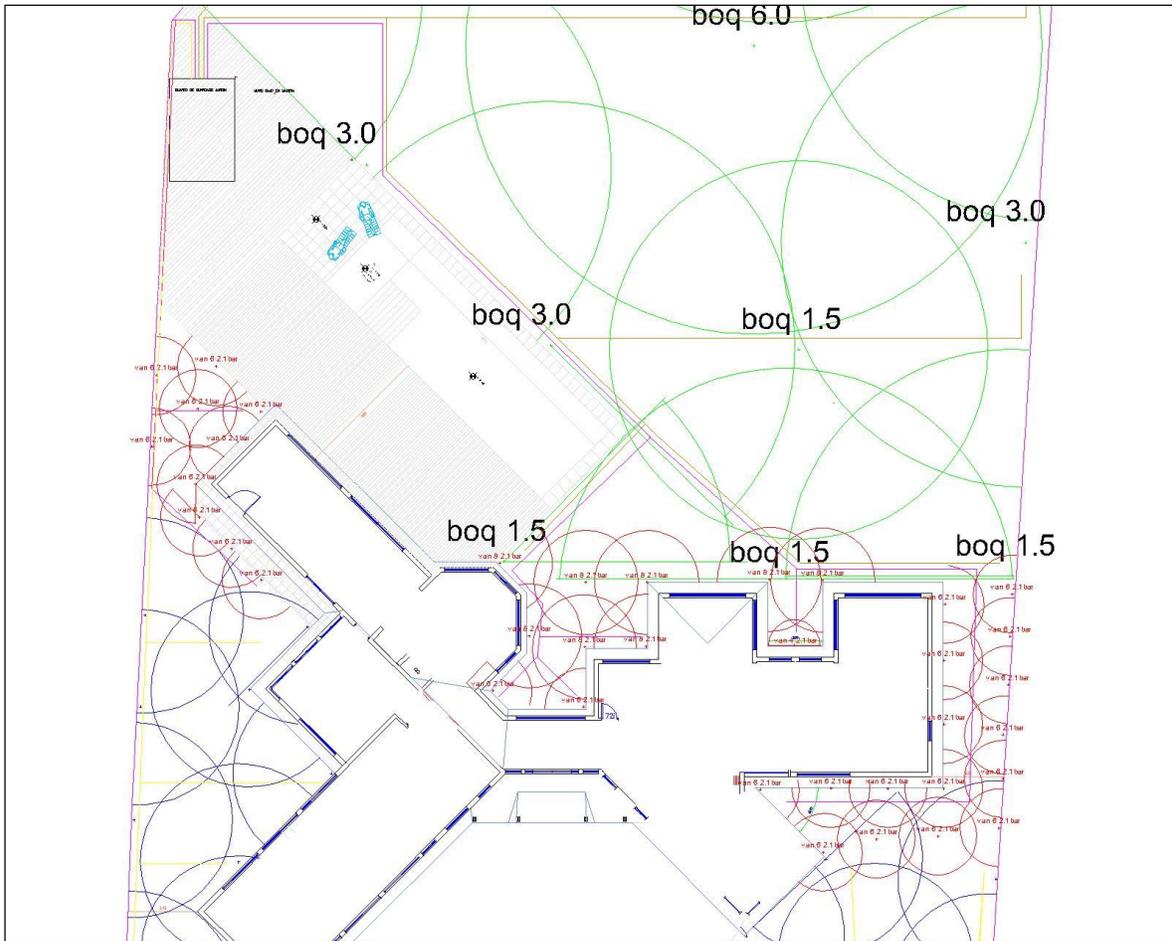
Del mismo modo procedemos con el turno 2 de rotores y las toberas, tanto las rotativas como las VAN.

Al momento de resolver el diseño de las toberas tipo VAN debemos considerarlas como dos turnos diferentes. Como vemos en el plano partimos desde la sala de riego con una caño diferente para las toberas que se encuentran al este y al oeste de la propiedad. Esta decisión se basa en disminuir la cantidad de metros de tubería de la forma más eficiente posible. Los colores que identifican los turnados son:

Marrón turnos 1 y 2 ambos rotores.

Magenta: toberas tipo VAN

Amarillo: toberas con boquilla rotativa



De esta forma hemos logrado diseñar el equipo del riego del parque. En función a la información recopilada necesitamos solicitar la presión y caudal en boca de pozo.

Si sumamos las pérdidas de carga de las válvulas y los manifold de conexión a la bomba, obtenemos los siguientes datos para la boca de pozo:

Turno 1 (rotores)	
Presión:	37,719 m.c.a.
Caudal:	5,24 m3/h

Turno 2 (rotores)	
Presión:	37,941 m.c.a.
Caudal:	5,24 m3/h

Turno 3 (boquillas rotativas)

Presión: 33,35 m.c.a.

Caudal: 6,27 m³/h**Turno 4 (boquillas VAN)**

Presión: 29,532 m.c.a.

Caudal: 6,85 m³/h

Por lo que los diferentes puntos de la bomba son:

Requerimientos en boca de pozo				
	T1	T2	T3	T4
presión	37,719	37,941	33,35	29,532
caudal	5,24	5,24	6,27	6,85

De esta manera deberemos seleccionar la bomba que presente una prestación similar a la solicitada. De una tabla de bombas obtenemos los siguientes valores:

oferta en boca de pozo BMS 409/1,5			
presión	42	36	31
caudal	5,25	6,25	6,75

Podemos ver que tanto para las boquillas rotativas como las VAN las prestaciones son muy similares, para el caso de los rotores existe un exceso de presión sobre lo solicitado de 4 m.c.a. podemos considerar que este valor es despreciable. Nunca los rendimientos teóricos de las bombas son exactos, hay muchas variables como el nivel dinámico del pozo, o el rendimiento real de las bombas que se ponen en juego. Entonces, al momento de seleccionar la bomba, lo correcto es sobredimensionarla, los excesos pueden ser manejados, los defectos no.

Para finalizar la parte de diseño, deberemos ahora cuantificar los materiales para solicitar los presupuestos. A manera de ejemplo pondremos la lista de materiales necesarios para el diseño de este equipo.

DESCRIPCION	Cantidad
BANDERIN INDICADOR	100
BOQUILLA 4 VAN	8
BOQUILLA 6 VAN	33
BOQUILLA 8 VAN	12
BOQUILLA 13-18F	6
BOQUILLA 13-18H	20
BOQUILLA 13-18Q	4
BOQUILLA 13-18TQ	2
CONTROLADOR P/RIEGO 4 ESTACIONES 220/24VAC	1
ROTOR 5004 PC SAM	20
SENSOR LLUVIA RAIN BIRD RSD	1
VALVULA 150PGA RAIN BIRD 1 1/2" NPT 24 VAC	4
CUERPO TOBERA 1804 4. 1/2. RH	73
TEFLON 3/4X50M 100 MICRONES	4
ADHESIVO PVC 1 L	7
SOLUCION LIMPIADORA 1 L	4
PE-BD 1/2'-13 MM K6 ESP 2.0MM	400
GOMA P/ CONECTOR INICIAL	150
ENLACE 16X1/2. ROSCA MACHO	1
CONECTOR INICIAL 16MM	150
VÁLVULA ESFERICA 1 1/2" H-H	1
VÁLVULA DE AIRE/VACIO CINETICA 1"	1
VÁLVULA ESFERICA PVC 50 MM	1
MANOMETRO 0-6 KG INOX C/GLICE	1
TE ROSCADA 1 1/2"	1
BUJES DE REDUCCION ROSCA 3/4" X 1/2"	2
BUJES DE REDUCCION ROSCA 1" X 3/4"	2
BUJES DE REDUCCION ROSCA 1 1/4" X 1"	1
BUJES DE REDUCCION ROSCA 1 1/2" X 1 1/4"	1
ENTREROSCA 1 1/2"	3
MANGUITO ROSCA MACHO 40 MM X 50 MM X 1 1/2"	5
CODOS 1 1/2" 90°	1
UNION DOBLE ROSCADA 1 1/2"	1
ABRAZADERAS STANDART 50 MM X 3/4"	1
CODOS PEGAR 50 MM 45°	10
CODOS PEGAR 50 MM 90°	35
CUPLA 50 MM PEGAR	15
TAPAS PARA PEGAR 50 MM	28
TE 50 MM PEGAR	34
CONECTOR ESPIR CODO RM 1/2"x1/2" RAIN BI	73

CONECTOR ESPIR CODO RM 1/2"x3/4" RAIN BI	25
MANGUITO ROSCA MACHO 50 MM X 63 MM X 1 1/2"	6
TUBOS DE PVC CLASE 6 50 MM JUNTA PEGADA	110
CONECTOR 16 X 16 MM(PP) LARGO	50
VÁLVULA DE ALIVIO 3/4"	1

