MEMORIAS DE CÁLCULO DE DISEÑO PLUVIAL

PROYECTO:

ACUERDOS ESCOLARES 2023

INSTITUCIÓN EDUCATIVA OFICIAL SANTANDER SEDE D

DISEÑÓ:

Bernardo Vargas

Msc. Edgar Bernardo Vargas Díaz

MP: 68202-359201

Septiembre de 2025

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 2

1. LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO 4

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO 5

3. CAUDALES DE DISEÑO 5

3.1. Periodo de diseño 5

3.2. Periodo de retorno de la Lluvia de Diseño 5

3.3. Tiempo de concentración 6

3.4. Intensidad de la lluvia 7

3.5. Coeficiente de escorrentía 10

4. DISEÑO DE COLECTORES SISTEMA PLUVIAL 10

4.1. Especificaciones de los colectores 10

4.2. Diámetros mínimos 10

4.3. Velocidades mínimas 11

4.4. Velocidad máxima 11

4.5. Pendientes 11

4.6. Rugosidad de los colectores 11

4.7. Drenaje de la cubierta 12

4.9. Tubería descolgada horizontal 12

4.10. Red pluvial interna 12

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 12

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de localización general sobre mapa municipio de Bucaramanga..... 4

Ilustración 2. Parámetros INVIAS 2009. 8

Ilustración 3. Curvas IDF Estación Bucaramanga IDEAM. 9

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema. 6

Tabla 2. Datos de intensidad máxima de lluvia en 24 horas. 7

Tabla 3. Valores de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno.. 9

Tabla 4. Coeficiente de escorrentía. Fuente: MinVivienda, 2017. 10

Tabla 5. Coeficientes de rugosidad de Manning “n” para varios materiales. 11

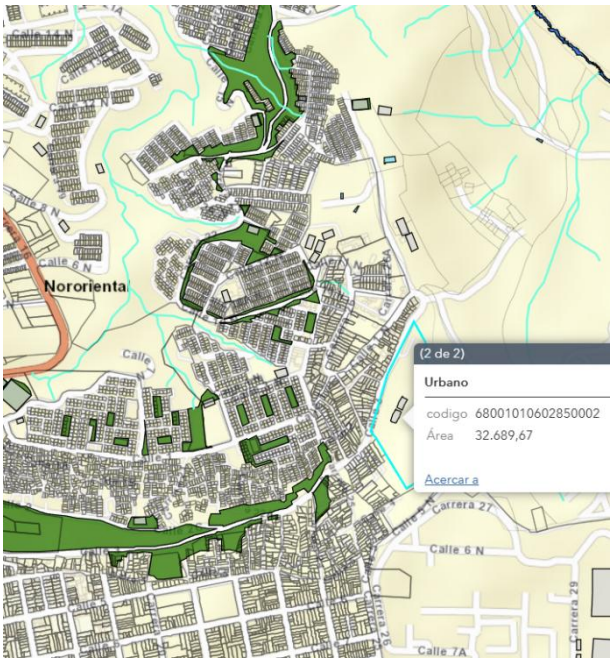
CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

1. LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto “Acuerdos Escolares 2023: Institución Educativa Oficial Santander Sede D”, se encuentra ubicado en el municipio de Bucaramanga, departamento de Santander, en la Calle 1 # 2-23 del barrio La Independencia, en la Comuna 2 “Nororiental”.



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial – División Política por comunas, Bucaramanga 2014



Fuente: Cartografía del Plan de Ordenamiento Territorial de Bucaramanga POT 2014 – 2027



Localización área a intervenir de la I.EO. Santander Sede D – Fuente Google Earth

Ilustración 1. Esquema de localización general sobre mapa municipio de Bucaramanga

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El cálculo del manejo de aguas lluvias realizado, es acorde con el diseño arquitectónico y el levantamiento topográfico de las condiciones actuales del terreno, suministrados por terceros al autor del presente diseño.

El diseño corresponde a dos canaletas de drenaje de cubierta que se conectan mediante bajante a la red existente de la planta única.

En la elaboración de este diseño fueron tomados en cuenta los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico a través de la RAS 2000, la Resolución 330 de 2017 y la Resolución 799 de 2021 (MINVIVIENDA); Así mismo, el Código Colombiano de Fontanería NTC 1500 (ICONTEC, 2023); las Normas Técnicas para Diseño y Presentación de Proyectos de Alcantarillado (CDMB 1997); y el Manual de Especificaciones Técnicas para obras de EMPAS S.A. (EMPAS 2014).

3. CAUDALES DE DISEÑO

El caudal de diseño de obras de drenaje urbano de calcula a través de modelos lluvia escorrentía, es decir que, a través de datos históricos de precipitación (de corta duración), de propiedades del suelo y de la capa vegetal existente o proyectada, se estima un caudal de escorrentía superficial. El método racional es el modelo de lluvia escorrentía utilizado en Colombia para el diseño de alcantarillados pluviales, el cual, de acuerdo con INVIAS 2009, es aplicable para proyectos con un área inferior a 2.5 [km2].

La ecuación del método racional está dada por:

$$Q = C * I * A$$

Q: Descarga estimada en un sitio determinado. [l/s]
C: coeficiente adimensional de escorrentía.
I: Intensidad de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca Tc, y para una frecuencia de retorno determinada F. [l/s/Ha]
A: Área de drenaje. [Ha]

3.1. Periodo de diseño

Corresponde al horizonte de tiempo sobre el cual se hace la planeación del proyecto, dentro del cual se deben tener en cuanta variación característica de impermeabilidad y producción de escorrentía de la cuenca, los cuales son funciones del tiempo. Para sistemas con complejidad diferente a la Alta, el periodo de diseño establecido en la Resolución 330 de 2017 en su artículo 40, es de 25 años.

3.2. Periodo de retorno de la Lluvia de Diseño

Es el tiempo esperado para que ocurra la lluvia con la cual se ha diseñado el sistema de alcantarillado. La selección del periodo de retorno está asociada con las características de protección e importancia del área de estudio. En la Tabla 1 se establecen los valores de periodos de retorno de acuerdo con el grado de protección, con las características del área de drenaje y

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

el tamaño totalde dicha área para el sistema o sector diseñado.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 ha	10	25	50
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	50	100

Tabla 1. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.

Por tanto, el periodo de retorno utilizado para este proyecto es el recomendado en zonas residenciales con áreas tributarias menores a 2Ha: periodo de retorno de 3años.

3.3. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración correspondiente a la suma entre el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido de una gota de agua en el proyecto. De acuerdo con lo establecido (MINVIVIENDA 2017) el tiempo de concentración mínimo de diseño es de 10 [min]. No obstante, en (CDMB, 1997) se emplea un tiempo de concentración mínimo de 8 [min] en tramos iniciales de alcantarillado sin sistemas afluentes para efecto de utilización de curvas de Intensidad-Duración.

En tuberías, el tiempo total de concentración para cada tramo será la suma del tiempo de concentración inicial más el tiempo de recorrido dentro de los conductos que le preceden. En los puntos de convergencia de dos o más colectores, deberá usarse el mayor de los tiempos de concentración encontrados.

$$Tt = \frac{L}{(60 * v)}$$

Tt= Tiempo recorrido [min]

L= longitud de tubería o tramo de red [m]

V= velocidad media del flujo [m/s]

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

3.4. Intensidad de la lluvia

Corresponde a la intensidad media de la precipitación dada por las curvas de intensidad-duración- frecuencia (IDF). Estas curvas, usadas comúnmente para diseños de obras hidráulicas, muestran grafica la relación existente entre la intensidad promedio de una tormenta con duraciones determinadas y su frecuencia de ocurrencia.

Para el caso particular se tomaron los datos históricos de precipitación de la estación LA **FLORESTA IDEAM [23190590]**, ubicada en el municipio de Bucaramanga con coordenadas 7.0903 N y -73.1239 W, con altura de 925 msnm, los cuales corresponden a máximos valores registrados en 24 horas y datos hasta el año 2023.

Datos Historicos	
Año	**P [mm] max en 24 horas**
2000	104
2001	74.4
2002	92.8
2003	43.7
2004	63.2
2005	119.3
2006	58.9
2007	84.4
2008	72.7
2009	57.4
2010	83.2
2011	118.6
2012	107.6
2013	75.9
2014	135.7
2015	42.2
2016	39.9
2017	63.2
2018	84
2019	59.8
2020	64.3
2021	94
2022	91
2023	72.1

Tabla 2. Datos de intensidad máxima de lluvia en 24 horas, de la Estación Climatológica La Floresta. Fuente: IDEAM.

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

Se obtuvo para los diferentes periodos de retorno valores de lluvia según la duración de esta basados en la metodología consignada en el Manual de Drenaje para Carreteras (Invias, 2009), donde se encuentran los siguientes parámetros:

La expresión resultante está dada por:

$$i = \frac{a \times T^b \times M^d}{(t/60)^c} \qquad [2.103]$$

Donde:

- i: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).
- T: Periodo de retorno, en años.
- M: Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual
- t: Duración de la lluvia, en minutos (min).
- a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados como se presenta en la Figura 2.13, y sus valores se presentan en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12. - Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia, IDF, para Colombia

REGIÓN	a	b	c	d
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Ilustración 2. Parámetros INVIAS 2009.

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

Según la Tabla 2-12 (INVIAS, 2009), los parámetros a, b, c, y d, dependen dela región la cual se encuentre la estación, en este caso la estación de estudio se encuentra en la región andina (R1). Entonces se utilizó estos valores y se calculó las curvas IDF para esta estación, teniendo como resultado la Tabla 3:

PERIODOS DE RETORNO									
T[min]	2	3	5	10	20	25	50	100	500
8	151.73	163.22	178.94	202.72	229.66	239.07	270.84	306.83	409.93
10	130.95	140.87	154.44	174.96	198.21	206.33	233.75	264.81	353.79
15	100.21	107.79	118.18	133.88	151.67	157.89	178.87	202.63	270.72
20	82.88	89.15	97.74	110.73	125.44	130.58	147.93	167.59	223.91
30	63.42	68.22	74.79	84.73	95.99	99.92	113.20	128.24	171.34
40	52.45	56.42	61.86	70.08	79.39	82.64	93.62	106.07	141.71
50	45.27	48.70	53.39	60.48	68.52	71.33	80.80	91.54	122.30
60	40.14	43.18	47.33	53.62	60.75	63.24	71.64	81.16	108.43
70	36.25	39.00	42.75	48.44	54.87	57.12	64.71	73.31	97.95
80	33.20	35.71	39.15	44.35	50.24	52.30	59.25	67.13	89.68
90	30.71	33.04	36.22	41.03	46.49	48.39	54.82	62.11	82.98
100	28.65	30.82	33.79	38.28	43.36	45.14	51.14	57.93	77.40
110	26.90	28.94	31.73	35.94	40.72	42.39	48.02	54.40	72.68
120	25.40	27.32	29.96	33.94	38.45	40.02	45.34	51.37	68.63
130	24.09	25.92	28.41	32.19	36.47	37.96	43.01	48.72	65.09
140	22.94	24.68	27.06	30.65	34.73	36.15	40.95	46.40	61.99
150	21.92	23.58	25.85	29.29	33.18	34.54	39.13	44.33	59.23
160	21.01	22.60	24.78	28.07	31.80	33.10	37.50	42.48	56.76
170	20.18	21.71	23.80	26.97	30.55	31.80	36.03	40.82	54.53
180	19.44	20.91	22.92	25.97	29.42	30.63	34.70	39.31	52.51

Tabla 3. Valores de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno.

Como se puede apreciar en la tabla el periodo de retorno es de 5 años y se tiene un valor de intensidad de lluvia de 154.44 mm/hr, valor de máximo evento de lluvia registrado en algunas zonas del área metropolitana de Bucaramanga. Esta magnitud se utilizó para el cálculo de colectores horizontales y bajantes de aguas lluvias del proyecto.

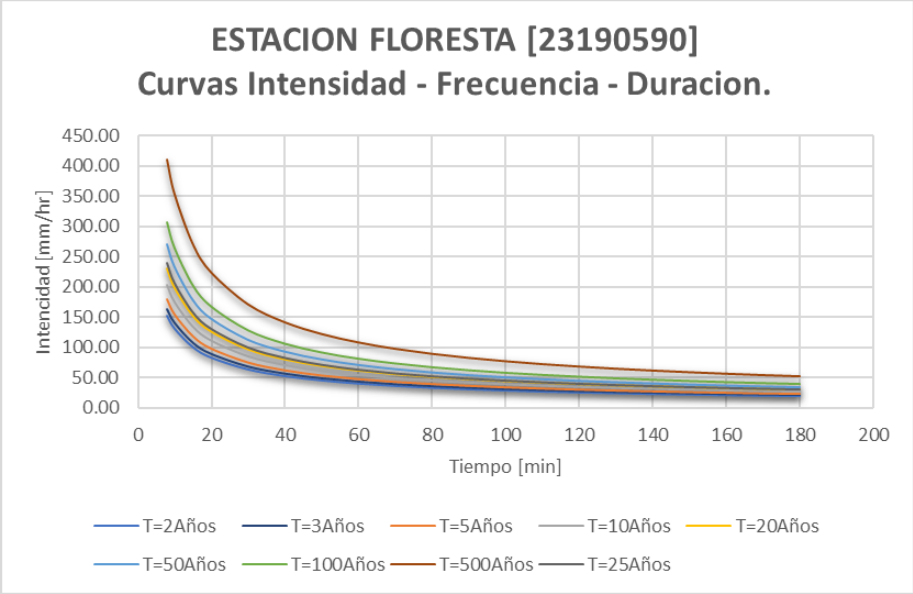


Ilustración 3. Curvas IDF Estación Bucaramanga IDEAM.

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

3.5. Coeficiente de escorrentía

Es un coeficiente adimensional en función del tipo de suelo, la impermeabilización de la zona, y la pendiente del terreno.

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,90
Vías adoquinadas	0,85
Zonas comerciales o industriales	0,90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,30

Tabla 4. Coeficiente de escorrentía. Fuente: MinVivienda, 2017.

Para las áreas de drenaje que incluyen zonas con diferentes coeficientes de impermeabilidad, el valor del coeficiente de impermeabilidad representativo para toda el área debe calcularse como el promedio de los coeficientes de impermeabilidad individuales para cada sub-área.

4. DISEÑO DE COLECTORES SISTEMA PLUVIAL

4.1. Especificaciones de los colectores

Instalaciones internas lluvias:

- Tubería PVC Grado I Tipo I.
- Tubería PVC 2” ≤ D ≤ 6”, ramales secundarios bajantes, y colectores principales.

4.2. Diámetros mínimos

En redes de recolección de aguas lluvias, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para las tuberías. Acorde a la resolución 330 de 2017, el diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado pluvial y combinado es de 260[mm]. Sin embargo, en casos especiales, en particular en sistemas con niveles de complejidad bajo y medio, y con plena justificación por parte del diseñador, puede reducirse en los tramos iniciales a 150 [mm].

En el caso particular para la red de recolección de aguas lluvias de este proyecto y acorde a la con la NTC 1500:2023 y la Resolución 330 de 2017, la red proyectada usará colectores de mínimo 3 pulgadas y máximo 4 pulgadas de diámetro ya que los caudales recolectados no superan la capacidad a tubo lleno de dichas tuberías, por tanto, no es necesario usar diámetros mayores a este, pero sí se debe cuidar el parámetro de velocidad mínima.

4.3. Velocidades mínimas

Debe tenerse una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante los periodos de bajos caudales. La velocidad mínima real permitida en cada tramo es de 0.60 [m/s] para el caudal de diseño, siempre que el diámetro sea mayor que 450 [mm].

En aquellos tramos con diámetros reales internos inferiores a 450 mm que no cumplan con la anterior restricción de velocidad, el diseño debe hacerse teniendo en cuenta el comportamiento auto limpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar un criterio de esfuerzo cortante mínimo. Este esfuerzo cortante debe ser mayor o igual a 2.5 [Pa] para el caudal de diseño.

4.4. Velocidad máxima

Los valores máximos de velocidad permisible dependen de las características de los materiales que van a conformar las paredes internas de las tuberías y de las estructuras de conexión, de las características abrasivas de los sedimentos movidos por las aguas y de la turbulencia del flujo. El material utilizado en este proyecto consta de PVC (Cloruro de Polivinilo) y la velocidad recomendada utilizada debe ser la que el proveedor del producto pueda certificar, normalmente es de 6 [m/s],

4.5. Pendientes

La pendiente mínima es aquella que pueda ser verificada en obra, por lo general 0.05% y permita tener las condiciones de auto limpieza. El valor de la pendiente máxima admisible, establecida en el diseño, debe ser aquel para el cual se obtenga la velocidad máxima real en el tramo. En caso de que la pendiente resultante en alguno de los tramos sea superior al 10% el diseñador debe tener en cuenta las consideraciones para altas pendientes, para las cuales la validez de las ecuaciones utilizadas para el cálculo del flujo uniforme o el flujo gradualmente variado requieren de correcciones que son función del Angulo de la pendiente.

4.6. Rugosidad de los colectores

El coeficiente de rugosidad n de Manning que debe utilizarse depende, en general, del tipo de material del ducto. Debe tenerse en cuenta que los valores mostrados en la Tabla 5, corresponden a la situación de flujo completamente lleno en la tubería.

Material	N
CONDUCTOS CERRADOS	
Asbesto – cemento	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015 – 0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0.012 – 0.015
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	0.015 – 0.017
Gres vitrificado	0.011 – 0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011 – 0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010 – 0.015
Metal corrugado	0.022 – 0.026
Colectores de ladrillo	0.013 – 0.017
CONDUCTOS ABIERTOS	
Canal revestido en ladrillo	0.012 – 0.018
Canal revestido en concreto	0.011 – 0.020
Canal excavado	0.018 – 0.050
Canal revestido rip-rap	0.020 – 0.035

Tabla 5. Coeficientes de rugosidad de Manning "n" para varios materiales.

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474

Por lo anterior se toma un coeficiente de rugosidad de 0.009, PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso para los cálculos hidráulicos de los colectores.

4.7. Drenaje de cubierta

Aplicando el método racional con el área aferente mayor del plano de diseño, utilizando un coeficiente de escorrentía acorde con una cubierta impermeable y la intensidad obtenida de la Tabla 3, se obtiene un caudal de 183.37 l/m, que de acuerdo con la NTC 1500:2023, puede ser drenado por una canaleta horizontal de 57.15 x 76.20 mm de ancho por profundo con una pendiente de 20.83 mm/m, para este caso por cuestión de practicidad al hora de hacer una limpieza adecuada a la estructura, se usará una canaleta de 150 x 150 mm de 2.10% de pendiente.

4.8. Bajantes de la canaleta

De acuerdo con la NTC 1500:2023, el caudal drenado por las cuatro canaletas está dentro del rango de capacidad de evacuación de cuatro sifones correspondientes con bajante vertical de 3 pulgadas.

4.9. Tubería descolgada horizontal

De acuerdo con la NTC 1500:2023, el caudal drenado por cada bajante inicial de la canaleta está dentro del rango de capacidad de evacuación para cada una, en un colector de desvío horizontal de 3 pulgadas con pendiente mínima de 10.4 mm/m, dicha pendiente será aproximada a 1.10%.

4.10. Red pluvial interna

Las cuatro bajantes drenaran sus aguas a colectores que de acuerdo con la NTC 1500:2023, su caudal puede ser drenado horizontalmente con un diámetro de 3 pulgadas con pendiente mínima de 10.40 mm/m. Hasta la conexión con la red existente, cada colector mantendrá este diámetro.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La instalación de redes internas se hace en tubería de 3 PVC RDE 21 que cumpla con la NTC 382, hasta la red existente, cuya localización estará a cargo del contratista para la ejecución de este proyecto.

- Para la realización de las conexiones en general se debe tener en cuenta los lineamientos establecidos en la NTC 1500-2023, Resolución 330 de 2017 y 799 de 2021, RAS 2000 título D, y resolución 631 de 2015 del ministerio del ambiente.

- Dado que estas memorias pluviales se enmarcan en un proyecto donde se debe intervenir

un solo sector de la institución, su alcance prioritario se concentra en el drenaje de dicha zona, sin embargo, se recomienda que, en una fase adicional del proyecto, se amplie el alcance de la revisión y rediseño de la escorrentía de la institución.

- El cálculo del manejo de aguas lluvias realizado está de acuerdo con el diseño arquitectónico y el levantamiento topográfico de las condiciones actuales del terreno, suministrados por terceros al autor del presente diseño.

- Para la realización de cambios en los trazados de tubería dispuestos, se requiere de previa consulta con el ingeniero diseñador.

- El contratista constructor tendrá la responsabilidad de realizar el replanteo topográfico y validar los niveles en campo.

CONTACTO
Correo electrónico: vargasdiazbernardo@gmail.com
Móvil: (57) 317 700 9474