





## ACTA DE RECIBO No. 2

CONTRATO NO. 036/2022  
CONTRATISTA JHONY ALEJANDRO VALENCIA OCAMPO  
OBJETO APOYO A LA GESTIÓN MEDIANTE DISEÑO HIDRÁULICO, ESTRUCTURACIÓN Y FORMULACIÓN DE LOS PROYECTOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO BÁSICO QUE SEAN ASIGNADOS POR EL DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN Y PROYECTOS DE EMPOCALDAS S.A. E.S.P  
VALOR \$ 51.058.495.00  
RECURSOS PROPIOS

En la ciudad de Manizales a los treinta y un (31) días del mes de marzo de 2023, se reunieron los señores ROBINSON RAMIREZ HERNANDEZ Jefe Departamento de Planeación y Proyectos Supervisor por parte de EMPOCALDAS S.A E.S. P y JHONY ALEJANDRO VALENCIA OCAMPO como contratista, con el fin de realizar el acta de recibo No.2.

### INFORME N° 2

CONTROL FINANCIERO	
VALOR DEL CONTRATO	\$51.058.495
ACTA PARCIAL No. 02	\$6.563.806
<b>SALDO POR PAGAR</b>	<b>\$32.627.715</b>

De los cuales \$ 5.932.312 equivalen a los honorarios del contrato, y \$ 631.494,00 equivalen a gastos oficiales de viajes realizados a municipios de Caldas donde Empocaldas presta el servicio de acueducto y alcantarillado.

El contratista se encuentra al día con los aportes de salud (EPS SURAMERICANA S.A.), pensión (PORVENIR) y riesgos profesionales (SURA) correspondientes al mes de febrero de 2023.

El supervisor del contrato certifica que el contratista cumplió con las obligaciones y actividades que desarrollan en el objeto acordado.

No siendo otro el motivo de la presente acta se firma por los que en ella intervinieron



**ROBINSON RAMIREZ HERNANDEZ**  
JEFE DE PLANEACION EMPOCALDAS SA ESP  
SUPERVISOR



**JHONY ALEJANDRO VALENCIA OCAMPO**  
CONTRATISTA

Manizales, Marzo 31 de 2023

INGENIERO  
ROBINSON RAMIREZ HERNANDEZ  
JEFE DEPARTAMENTO PLANEACIÓN Y PROYECTOS  
EMPOCALDAS S.A. E.S.P.

**REFERENCIA:** Actividades realizadas con cargo al Contrato No. 036 de 2023.

**OBJETO:** APOYO A LA GESTIÓN MEDIANTE DISEÑO HIDRÁULICO, ESTRUCTURACIÓN Y FORMULACIÓN DE LOS PROYECTOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO BÁSICO QUE SEAN ASIGNADOS POR EL DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN Y PROYECTOS DE EMPOCALDAS S.A. E.S.P.

Permítame enviarle la relación de las actividades realizadas comprendidas a los días laborados del mes de marzo de 2023, las cuales relaciono a continuación:

**ACTIVIDADES REALIZADAS:** Dando cumplimiento al objeto del contrato de la referencia, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

## LISTA DE ACTIVIDADES REALIZADAS N°2 CONTRATO 036 - 2023.

DURANTE EL PERIODO FACTURADO COMPRENDIDO ENTRE EL 1 MARZO DEL 2023, HASTA EL 31 DE MARZO 2023.

*Visita de acompañamiento de campo al municipio de La Dorada, para la realización del replanteo de proyecto de "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO MAGDALENA, EN LA DORADA, CALDAS" con topografía de detalle para toma de puntos críticos de la carrera 2da.*

*Ajuste a los diseños hidráulicos para el municipio de La Dorada, para las intervenciones proyectadas sobre la Carrera 2da desde la Calle 5AS hasta la EBAR, dentro del proyecto de "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO MAGDALENA, EN LA DORADA, CALDAS".*

*Elaboración de concepto técnico solicitado por el municipio de Salamina respecto a una problemática de inundación que se viene presentando en el barrio Pinares del Tachuelo a raíz de la descarga sin control de las piscinas municipales y a la poca capacidad de conducción de la red de alcantarillado existente.*

*Acompañamiento a la elaboración de proyectos y demás actividades del departamento de planeación y proyectos de EMPOCALDAS S.A E.S.P. Se anexan los soportes de las actividades realizadas.*

Se anexan los soportes de las actividades realizadas.



JHONY ALEJANDRO VALENCIA OCAMPO  
Ingeniero Civil.

 ING.

ROBINSON RAMIREZ HERNANDEZ  
JEFE DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y  
PROYECTOS  
EMPOCALDAS S.A E.S.P





**empocaldas**  
Construyendo juntos tu bienestar



Gobierno de  
**CALDAS**

**PRIMERO  
LA GENTE**

Empocaldas empocaldas\_oficial

empo@empocaldas.com.co

www.empocaldas.com.co

**Nota:** Todas las actuaciones expuestas anteriormente se encuentran ajustadas a las actividades encomendadas

Cordialmente,

**JHONY ALEJANDRO VALENCIA OCAMPO**  
C.C. 1053.824.318 de Manizales, Caldas  
Contratista



**empocaldas**  
Construyendo juntos tu bienestar



Gobierno de  
**CALDAS**



Empocaldas empocaldas\_oficial

empo@empocaldas.com.co

www.empocaldas.com.co

Manizales, 14 de marzo de 2022

Señor  
**JUAN CARLOS ARIAS GOMEZ**  
Secretario de Planeación Municipal  
Salamina - Caldas

**REFERENCIA:** Reiteración Solicitud Apoyo Estudios Técnicos – Fallo Tutela 2022-00080-00

**ASUNTO:** Respuesta a solicitud de apoyo de estudios técnicos conforme a la referencia.

Para dar respuesta a su amable solicitud, a continuación, procedemos a relacionar el procedimiento realizado para la evaluación del estado actual de la red de alcantarillado en el SECTOR BARRIO PINARES DEL TACHUELO del municipio de Salamina, en cuanto a los problemas de inundación que ha venido manifestado la señora MARIA EUGENIA MORENO ORJUELA y de acuerdo con el Fallo de Tutela 2022-00080-00.

El procedimiento realizado consistió primero en realizar un chequeo de las condiciones hidráulicas iniciales o actuales bajo la cual está sometida la red de alcantarillado. Luego de esto, se realiza un segundo escenario en el cual se le realiza mantenimiento a las Piscinas Municipales mediante el desagüe o descargue del volumen de agua de estas, cuyos volúmenes son 490 m<sup>3</sup> y 86,40 m<sup>3</sup>, respectivamente.

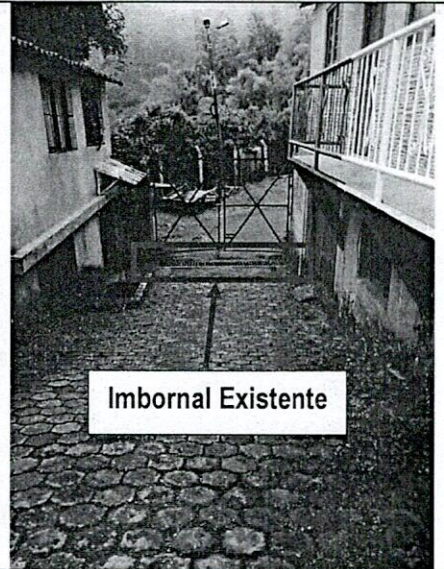
## 1 VISITA DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO

La problemática de acuerdo a lo evidenciado en campo mediante una visita técnica de inspección por parte de personal de la empresa y de CORPOCALDAS, radica en que las viviendas de la parte baja se inundan en el momento en que se realizan las aperturas para descarga o evacuación de las aguas de las piscinas. A continuación, se procede a adjuntar registro fotográfico de la problemática evidenciada y del reconocimiento de campo.

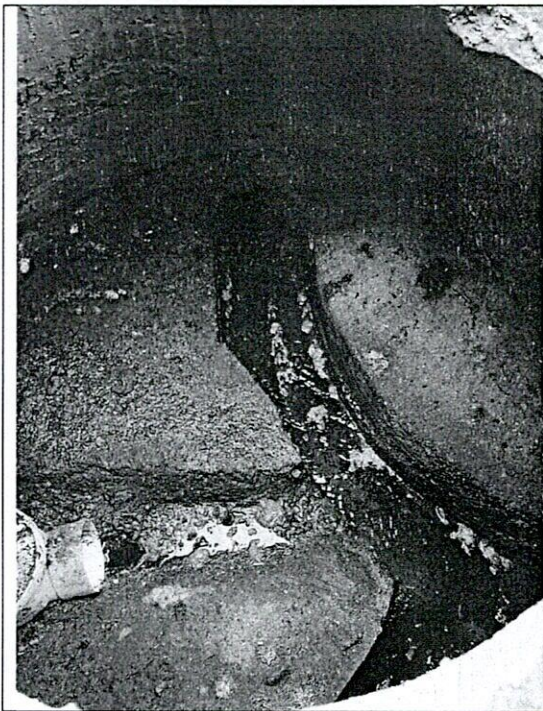




**Foto N° 1.** Vivienda afectada por inundación y cámara o pozo de inspección



**Foto N° 2.** Entrada hacia parqueadero con detalle de Imbornal descargando atrás de este.



**Foto N° 3.** Detalle pozo de inspección donde conecta la domiciliaria de la vivienda afectada.

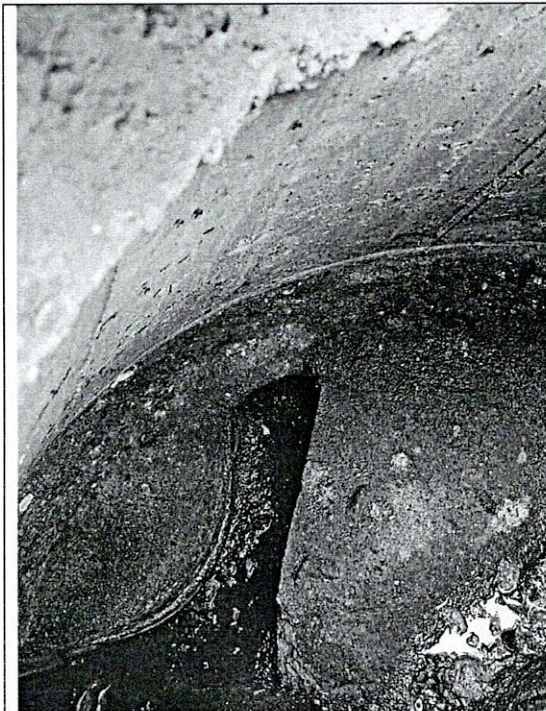


**Foto N° 4.** Detalle válvula antirretorno ubicada en pozo de inspección para contrarrestar inundación al interior del predio afectado.



En aras de entender y comprender el por qué se estaban presentando estas inundaciones al interior de unas viviendas, entre las cuales se encuentra la de la señora en la parte baja MARIA EUGENIA MORENO ORJUELA. Se realizó una prueba de trazabilidad desde las piscinas, para verificar el movimiento del agua al interior de la red de alcantarillado existente.

El resultado de esta prueba fue que efectivamente, la red de desagüe de las piscinas está conectada al sistema de alcantarillado operado por EMPOCALDAS S.A E.S.P.



**Foto N° 5.** Inicio de prueba de trazabilidad de flujo de las piscinas municipales ubicadas en la parte alta.



**Foto N° 6.** Resultado de la prueba de trazabilidad de flujo con colorante verde.

## 2 COMPROBACIÓN HIDRÁULICA RED EXISTENTE

### 2.1 ESTIMACIÓN DE CAUDALES

La estimación de los caudales de escorrentía se procede a calcular según el método racional, ya que la zona de influencia donde se ubican las viviendas afectadas tiene un área menor a 1 Km<sup>2</sup>, por lo cual la metodología, aunque empírica es bastante buena para el cálculo de caudales máximos.

### 2.2 METODO RACIONAL

El método racional calcula el caudal pico de aguas lluvias utilizando la intensidad media del evento de precipitación, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de impermeabilidad. El caudal medido a la salida de esta cuenca pequeña durante un periodo de lluvia uniforme debe incrementarse hasta un valor máximo que se mantiene constante hasta que se detenga la lluvia. De acuerdo con lo anterior, en el método racional el caudal pico ocurre cuando toda el área



de drenaje está contribuyendo, para lo cual dicho caudal es una fracción de la precipitación media bajo las siguientes suposiciones:

- El caudal pico de escorrentía en cualquier punto de la cuenca es función directa del área tributaria de drenaje y de la intensidad de precipitación promedio durante el tiempo de concentración en dicho punto.
- El período de retorno del caudal pico es igual al período de retorno de la intensidad promedio de precipitación o evento de precipitación.
- La lluvia se distribuye uniformemente sobre toda el área de drenaje.
- La intensidad de la lluvia permanece constante durante un período de tiempo por lo menos igual al tiempo de concentración. Esta suposición es particularmente correcta para períodos de tiempo relativamente cortos.
- El tiempo de concentración puede ocurrir en cualquier momento a lo largo del período de lluvia, ya sea cerca al comienzo, en la mitad o al final de esta.
- La relación entre la lluvia y la escorrentía es lineal.
- El coeficiente de impermeabilidad es constante para lluvias de cualquier duración o frecuencia sobre el área de drenaje.

La expresión para obtener el caudal pico de aguas lluvias se muestra a continuación:

$$Q = 2.78 * C * I * A$$

En donde:

Q = Caudal pico de aguas lluvias (L/s)

C = Coeficiente de impermeabilidad definido para cada área tributaria (adimensional)

I = Intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración utilizado (mm/h)

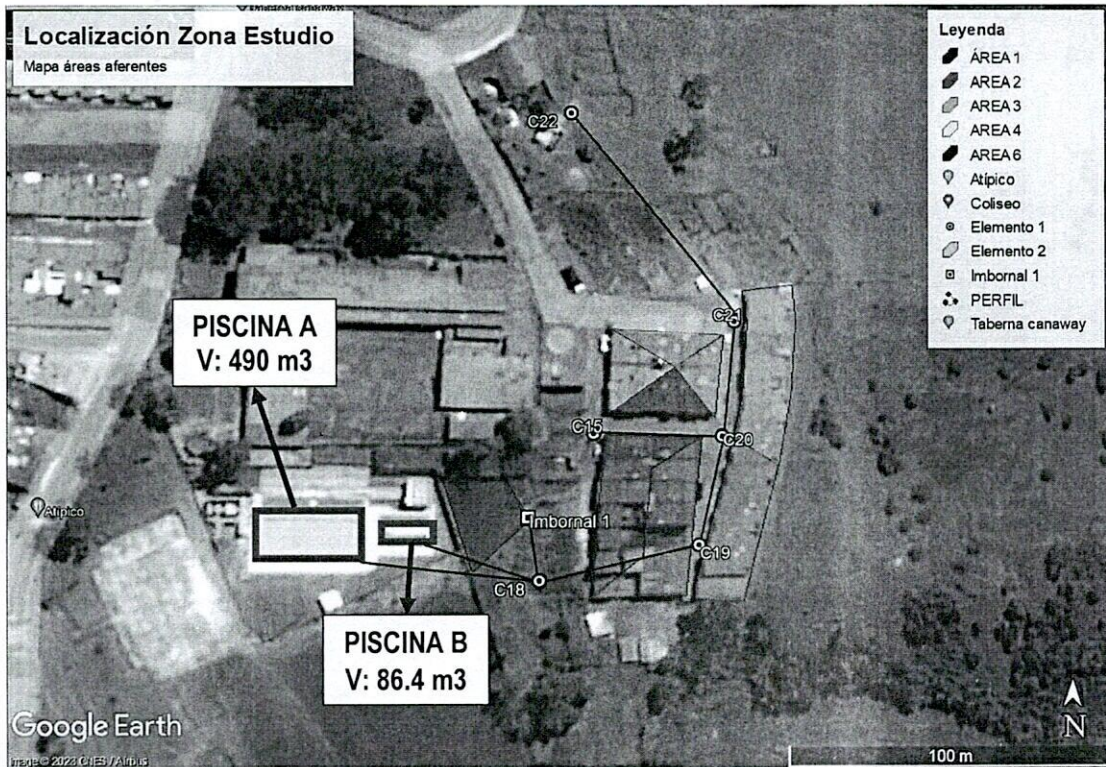
A = Área tributaria de drenaje (Ha)

### 2.3 AREAS DE DRENAJE

Con el fin de estimar los caudales que se generan en la zona de interés, el proceso de diseño consideró dos divisiones del área total del sector acorde a las áreas de aporte.

A continuación, se presenta la distribución de las áreas de drenaje en la **Ilustración 1**:





**Ilustración 1** Áreas aferentes a la red de alcantarillado del barrio Pinares del Tachuelo

## 2.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.

El coeficiente de impermeabilidad C, es función del tipo del suelo del área tributaria, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y de todos aquellos otros factores que determinen qué parte de la precipitación se convierte en escorrentía.

Para aquellas áreas de drenaje que incluyan zonas con diferentes coeficientes de impermeabilidad, el valor del coeficiente de impermeabilidad representativo para toda el área debe calcularse como el promedio ponderado de los coeficientes de impermeabilidad individuales para cada sub-área, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{(\sum C * A)}{\sum A}$$

En donde:

C = Coeficiente de impermeabilidad o escorrentía

A = Área tributaria de drenaje (Ha)

De manera alternativa se pueden utilizar los coeficientes de impermeabilidad presentados en las **Tabla 1** y **Tabla 2**.



**Tabla 1** Coeficientes de escorrentía, RAS2000, TITULO D

Coeficientes de impermeabilidad. Fuente: RAS 2000, Titulo D.

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 2** Coeficientes de escorrentía, manual del INVIAS

Coeficientes De Escorrentía Para Ser Usados En El Método Racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</b>							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>Áreas no desarrolladas</b>							
<i>Área de cultivos</i>							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<i>Pastizales</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Bosques</i>							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

De las tablas anteriores se definen los coeficientes de escorrentía para la zona impermeable y a zona verde para ladera sin vegetación, los cuales serán 0.90 y 0.60 respectivamente independientemente del periodo de retorno. A continuación, se relacionan los valores de los coeficientes de escorrentía empleados para el desarrollo del estudio.

**Tabla 3** Coeficientes de escorrentía para el caso de estudio.

TRAMO	ÁREA TRAMO	Porcentaje de techos	$C_i \cdot A_i$	Porcentaje de vías	$C_i \cdot A_i$	Porcentaje de Z. Verdes	$C_i \cdot A_i$	$\sum(C_i \cdot A_i)$	C Ponderado
PISCINA B-C18									
C18-C19	0,053	0,85	0,04	0,15	0,007	0,00	0,00	0,05	0,90
C19-C20	0,089	0,85	0,07	0,15	0,012	0,00	0,00	0,08	0,90
C20-C21	0,154	0,85	0,12	0,15	0,021	0,00	0,00	0,14	0,90
C21-C22	0,118	0,85	0,09	0,15	0,016	0,00	0,00	0,11	0,90
PISCINA A-C18									
C15-C20	0,076	0,85	0,06	0,15	0,010	0,00	0,00	0,07	0,90
IMBORNAL 1-C18	0,023	0,60	0,01	0,15	0,003	0,25	0,00	0,02	0,78



## 2.5 INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

La intensidad de la precipitación es un parámetro común a todos los modelos utilizados para estimar el caudal de aguas lluvias. El cálculo de la intensidad de precipitación depende del modelo de infiltración o método de estimación de caudal de aguas lluvias que sea utilizado. Para el caso del método racional debe utilizar la intensidad media de precipitación dada por las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) para el período de retorno de diseño escogido y una duración de lluvia equivalente al tiempo de concentración de la escorrentía.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con períodos de retorno específicos. Es necesario verificar la existencia de curvas IDF para la localidad. Si existen, estas deben ser analizadas para establecer su validez y confiabilidad para su aplicación al proyecto. Si no existen, es necesario obtenerlas a partir de información existente de lluvias. La obtención de las curvas IDF debe realizarse con información pluviográfica de estaciones ubicadas en la localidad, derivando las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos.

Las curvas de intensidad duración frecuencia se generan utilizando ecuaciones que relacionan la intensidad de lluvia y su duración:

$$i = \frac{\left( 926 + \left[ -Ln \left\{ -Ln \left( 1 - \frac{1}{T_r} \right) \right\} - 0.50 \right] * \frac{209.37}{0.99} \right)}{(t + 5^{0.71})} * 2.778$$

Fuente: ESTUDIO HIDROLOGICO DE CALDAS: JUAN FERNANDO PAREJA- JORGE IVAN OSORIO. UNIVERSIDAD NACIONAL-1997

En donde:

I = Intensidad de precipitación (l/s/ha)

Tr = Período de retorno (años)

Tc = Tiempo de concentración total (minutos)

## 2.6 PERIODO DE RETORNO.

El periodo de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. La selección del periodo de retorno está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio.

A continuación, se presentan los periodos de retorno recomendados por la resolución 0330 de 2017 para el diseño de obras de control de escorrentía.

**Tabla 4** Periodos de retorno recomendados por la resolución 0330 de 2017



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

De dicha tabla se puede determinar que se recomienda un periodo de retorno de 3 años para tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas, lo cual concuerda con el proyecto, pero se determina utilizar un periodo de retorno de 5 años con el fin de tener un factor de seguridad mayor.

## 2.7 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

Es el tiempo que demora una partícula de agua desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de interés. Corresponde al lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento superficial. También se puede definir como el lapso entre el inicio de la precipitación y el momento en que toda el área de drenaje contribuye al escurrimiento superficial.

Puede utilizarse un procedimiento de tanteos para determinar el tiempo crítico de concentración donde existen varias rutas posibles que deben considerarse. El tiempo de concentración de cualquier punto en un sistema de drenaje de aguas lluvias es la suma del tiempo de entrada "t<sub>o</sub>" (el tiempo que se toma para fluir desde el punto más remoto hasta la entrada al alcantarillado) y del tiempo de flujo "t<sub>f</sub>" en los alcantarillados localizados aguas arriba conectadas al punto de salida:

$$t_c = t_o + t_f$$

El tiempo de flujo está dado por la ecuación:

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Donde "L<sub>i</sub>" es la longitud del i-ésimo tubo a lo largo de la trayectoria de flujo y "V<sub>i</sub>" es la velocidad de flujo en el tubo.

El tiempo de entrada, o tiempo de concentración para el caso de que no exista alcantarillado aguas arriba, puede obtenerse mediante observaciones experimentales o puede estimarse utilizando ecuaciones como las presentadas en la **Tabla 5**. Pueden existir varias rutas posibles de flujo para



diferentes cuencas drenadas por un alcantarillado; el mayor tiempo de concentración de todos los tiempos para las diferentes rutas se supone que es el tiempo de concentración crítico del área drenada.

Debido a que las áreas que llegan a la mayor parte de las obras de captación de aguas lluvias son relativamente pequeñas, también es bastante común determinar el tiempo de entrada con base en experiencias bajo condiciones similares. El tiempo de entrada disminuye a medida que tanto la pendiente como la impermeabilidad de la superficie aumentan, y se incrementa a medida que la distancia sobre la cual tiene que viajar el agua y la retención en las superficies de contacto aumenta. Todos los tiempos de entrada determinados con base en la experiencia deben verificarse mediante cálculos directos de la escorrentía superficial en el terreno (**Tabla 5**).

**Tabla 5** Resumen metodologías para el cálculo del  $t_c$ , tomado de Kibler, 1982, copyright de la American Geophysical Union

Método y fecha	Fórmula para $t_c$ (min)	Observaciones
Kirpich (1940)	$t_c = 0.0195L^{0.77} S^{-0.385}$  L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, metros S = pendiente promedio de la cuenca, metro/metro	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar $t_c$ por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 60(11.9L^3/H)^{0.385}$ L=longitud del curso de agua más largo, pies H= diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, pies	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California (D. S. Bureau of Reclamation, 1973, pp. 67-71).
Izzard (1946)	$t_c = \frac{41.025(0.0007i+c)L^{0.33}}{S^{0.333} i^{0.657}}$ i = intensidad de lluvia, pulg/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, pies S = pendiente de la trayectoria de flujo, pies/pie	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de $i$ por L debe ser $<=500$
Cartas de velocidad promedio del SCS (1946)	$t_c = \frac{1 \sum L}{60 V}$ L = longitud de la trayectoria de flujo, pies V = velocidad promedio en pies/s de la figura 3.1 del TR 55 para diferentes superficies	Las cartas de flujo superficial de la figura 3.1 del TR55 muestran la velocidad promedio como una función de la pendiente del curso de agua y de la cubierta superficial. (Véase también la tabla 5.7.1).
Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley (1965) Aron y Herborge (1973)	$t_c = \frac{0.94 L^{0.6} n^{0.6}}{i^{0.4} S^{0.3}}$ L = longitud del flujo superficial, pies n = coeficiente de rugosidad de Manning i = intensidad de la lluvia, pulg/h S = pendiente promedio del terreno, pies/pie	Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto $i$ (intensidad de la lluvia) como $t_c$ son desconocidos; la superposición de una curva de intensidad-duración-frecuencia da una solución gráfica directa para $t_c$ .



**Tabla 5** Resumen metodologías para el cálculo del  $T_c$ , tomado de Kibler, 1982, copyright de la American Geophysical Union

Método y fecha	Fórmula para $t_c$ (min)	Observaciones
Ecuación de retardo SCS (1973)	$t_c = \frac{100 L^{0.8} ((1000/CN)-9)^{0.7}}{1900 S^{0.50}}$ <p><math>L</math> = longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo), pies  <math>CN</math> = número de curva SCS  <math>S</math> = pendiente promedio de la cuenca, %</p>	Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adoptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 2000 acres; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que $t_c = 1.67 \times \text{retardo de la cuenca}$
Temez (1978)	$T_c = 0,3 * (L / S_0^{0.25})^{0.76}$ <p><math>L</math> = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, metros  <math>S</math> = pendiente promedio de la cuenca, metro/metro</p>	Tiempo de concentración en horas formulas extraídas del libro Diseño hidráulico e hidrológico de obras de ingeniería para proyectos viales, Universidad Nacional de Manizales 2013
California U.S.B.R	$T_c = 0,066 * (L / S_0^{0.5})^{0.77}$ <p><math>L</math> = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, metros  <math>S</math> = pendiente promedio de la cuenca, metro/metro</p>	Tiempo de concentración en horas formulas extraídas del libro Diseño hidráulico e hidrológico de obras de ingeniería para proyectos viales, Universidad Nacional de Manizales 2013
Clark	$T_c = 0,335 (A / S_0^{0.5})^{0.593}$ <p><math>A</math> = Área cuenca <math>Km^2</math>  <math>S</math> = pendiente promedio de la cuenca, metro/metro</p>	Tiempo de concentración en horas formulas extraídas del libro Diseño hidráulico e hidrológico de obras de ingeniería para proyectos viales, Universidad Nacional de Manizales 2013
Giandotti	$T_c = (4A^{0.5} + 1.5L) / (25,3 (S_0 L)^{0.5})$ <p><math>A</math> = Área cuenca <math>Km^2</math>  <math>S_0</math> = pendiente promedio de la cuenca, metro/metro</p>	Tiempo de concentración en horas formulas extraídas del libro Diseño hidráulico e hidrológico de obras de ingeniería para proyectos viales, Universidad Nacional de Manizales 2013
Passini	$T_c = 0,108 (A L)^{1/3} / S_0^{0.5}$ <p><math>A</math> = Área cuenca <math>Km^2</math>  <math>L</math> = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, metros  <math>S_0</math> = pendiente promedio de la cuenca, metro/metro</p>	Tiempo de concentración en horas formulas extraídas del libro Diseño hidráulico e hidrológico de obras de ingeniería para proyectos viales, Universidad Nacional de Manizales 2013

Se determinó que el tiempo de concentración para la zona de estudio en un periodo de retorno de 5 años sería de 5 minutos.

## 2.8 CHEQUEO HIDRÁULICO

A continuación, se detalla la capacidad hidráulica de la red de alcantarillado para el Barrio Pinares del Tachuelo, para dos condiciones diferentes. La primera sin la aportación del agua proveniente de las piscinas, la segunda, con la inclusión de estas a máxima capacidad de conducción, es decir, a tubo lleno.

## 2.9 Chequeo 1: Red alcantarillado sin incluir aportes Piscinas A y B.

En la **Tabla 6** se presentan los resultados para esta condición.











Como se evidencia en los resultados anteriormente mostrados, el tema a resolver en este caso es la cantidad de agua que están recibiendo los colectores del sistema de alcantarillado. El escenario de modelación 1, muestra que estos a partir de la Cámara C20 trabaja sumergido, es decir, a tubo lleno, lo que hace factible que se pueda presentar inundación en las viviendas de la zona de influencia, especialmente las que se encuentran en la parte más baja, como lo es la vivienda de la señora MARIA EUGENIA MORENO ORJUELA.

Por otro lado, el escenario de modelación 2, muestra como cuando se realiza la descarga de las Piscinas A y B por mantenimiento, se supera entre 2 y 3 veces la capacidad de la tubería existente desde la Cámara C18 en adelante; dando por resultado una inundación inminente de estas viviendas, como se ha venido evidenciando.





### 3 CONSIDERACIÓN FINAL

De acuerdo con los resultados obtenidos producto de la modelación hidráulica, se presentan 3 alternativas de solución:

#### 3.1 Descarga controlada de las piscinas

Como se evidenció, cuando se realiza la limpieza de las Piscinas A y B se genera una gran presión sobre el sistema de alcantarillado, superando hasta 3 veces su capacidad de evacuación. Esto se da, porque no se realiza una descarga gradual de las mismas. Para ello, conviene que se cumpla esta condición y se vayan descargando controladamente de forma que se evite sobrecargar la red de alcantarillado y provocar una inundación en las viviendas de la parte baja del Barrio Pinares, y especialmente sobre aquellas que están conectadas no a la tubería sino directamente a las cámaras de inspección.

A continuación, en la siguiente tabla se relacionan unos tiempos de descarga versus caudal de salida:

ID	Volumen		Caudal Descarga (l/s)			
	m3	litros	2 horas	4 horas	6 horas	12 horas
Piscina A	490.00	490,000.000	68.056	34.028	22.685	11.343
Piscina B	86.40	86,400.000	12.000	6.000	4.000	2.000

De acuerdo con la anterior tabla, la recomendación es que la descarga controlada se realice en un periodo de 12 horas para evacuar el volumen completo de agua con un caudal de 11.34 l/s para la piscina A y de 2 l/s para la piscina B. Estos son valores bajos que no presionan tanto la red en comparación con una descarga a máxima capacidad con caudales de 118.59 l/s y 37.60 l/s para las piscinas A y B, respectivamente. Si no se desea descargar las piscinas en su totalidad, si se debe velar por conservar la misma tasa o velocidad de descarga.

En caso tal, que las piscinas no cuenten con el sistema para realizar la descarga controlada, se recomienda realizar la instalación de válvulas de mariposa o compuerta elástica, para regular y controlar la velocidad con la que se evacua el agua de las piscinas.

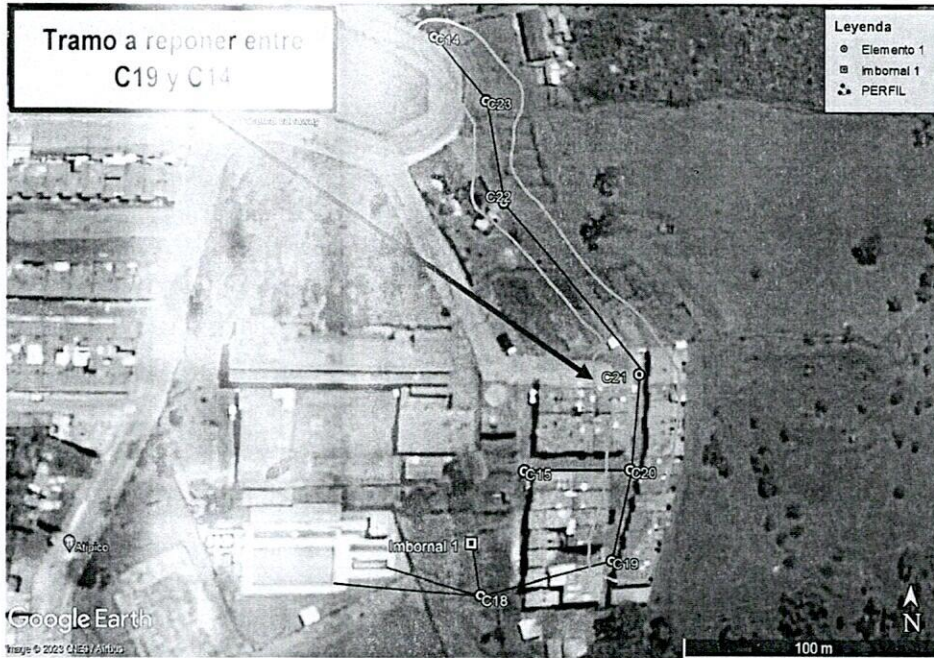
#### 3.2 Instalación de chapaleta o válvula antirretorno

Como se evidenció en campo en la salida técnica, uno de los principales problemas que tienen estas viviendas y por lo cual se origina una de las causas de inundación, es que estas tienen conectadas sus acometidas domiciliarias directamente a los pozos de inspección. Esto, constructivamente no se debe realizar, sino que deben conectarse directamente al tubo de la red que pasa por la zona. Esta condición, ya no se puede cumplir debido a que la tubería instalada es en concreto y por tanto no se debe perforar porque se corre el riesgo de colapso del tubo. En este caso, se recomendaría que para tener una solución temporal se identifiquen todas las acometidas que conecten directamente a los pozos o cámaras de inspección y se instalen chapaletas o válvulas antirretorno en cada una de estas. Esto impedirá el ingreso de flujo hacia las viviendas desde las cámara a las domiciliarias cuando estas se vean anegadas o sumergidas.



### 3.3 Ampliación de la Red de Alcantarillado desde la Cámara C19 a la C14

La alternativa final o 3, consiste en realizar la ampliación y cambio de material de la tubería actualmente instalada que va desde la cámara C19 hasta la cámara C14, cuya implantación se presenta en la Ilustración 2.



**Ilustración 2** Topología de la red alcantarillado Barrio Pinares del Tachuelo, Salamina.

A continuación, se presenta el chequeo hidráulico realizado con los nuevos diámetros del tramo propuesto para la ampliación y reemplazo de material.





f Empocaldas @empocaldas\_oficial

✉ empo@empocaldas.com.co

🌐 www.empocaldas.com.co

Tabla 8 Modelación Hidráulica Red Alcantarillado con ampliación y reemplazo de material de tubería.

TRAMO	AREAS (Ha)			TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)						CAUDALES (q)											
	LONG (m)	Tramo		Inicial	tramo	Total	C	T (años)	i (l/s/ha)	TRAMO	Q infiltracion (l/s)			Aguas lluvias (l/s)			Q residual (l/s)		Q total (l/s)		
		Atrás	Tramo								Atrás	Tramo	Total	Atrás	Tramo	Total	Total	Atrás	Tramo		
PISCINA B-C18	23.05									PISCINA B-C18									2.00		2.00
C18-C19	49.88	0.000	0.059	0.059	5.607	0.167	5.773	0.85	3.00	480.7	C18-C19	0.000	0.018	0.018	0.000	23.903	23.903	1.500	49.220	25.421	74.640
C19-C20	30.72	0.059	0.062	0.120	5.773	0.189	5.963	0.85	3.00	474.5	C19-C20	0.018	0.018	0.036	23.597	24.847	48.444	1.720	74.640	26.586	101.226
C20-C21	29.87	0.196	0.079	0.275	5.963	0.161	6.124	0.85	3.00	469.4	C20-C21	0.059	0.024	0.083	78.210	31.643	109.853	2.202	170.990	33.869	204.859
C21-C22	75.97	0.275	0.015	0.290	6.124	0.389	6.513	0.85	3.00	457.7	C21-C22	0.083	0.004	0.087	107.096	5.757	112.854	2.708	204.859	8.470	213.329
C22-C23	31.56										C22-C23								213.329	42.666	255.995
C23-C24	25.50										C23-C24								255.995	51.199	307.194
PISCINA A-C18	42.59										PISCINA A-C18								11.343		11.343
C15-C20	35.21	0.000	0.058	0.058	5.607	0.083	5.690	0.80	3.00	483.5	C15-C20	0.000	0.017	0.017	45.736	22.511	68.246	1.500	68.246	90.774	69.763
IMBORNAL 1-C18	14.84	0.000	0.032	0.032	5.607	0.057	5.664	0.78	3.00	484.3	IMBORNAL 1-C18	0.000	0.010	0.010	0.000	11.974	11.974		11.974	23.958	11.984

TRAMO	Pendiente (%)	DIAMETROS			FUERZA TRACTIVA A TUBO LLENO (T) (Kg/m2)	RELACIONES HIDRÁULICAS			TRAMO	FUERZA TRACTIVA REAL (t) (Kg/m2)	VELOCIDADES (m/s)		ÁREA (A) (m2)	PERIM. (p) (m)	RADIO HIDRÁULICO (r) (m)
		EXT. (in)	NOM. (in)	Qti (l/s)		q/Q	v/V	t/T			A TUBO LLENO (v)	REAL (v)			
PISCINA B-C18	16.59	6	5.17	43.39	5.44	0.05	0.445	0.415	PISCINA B-C18	2.26	3.21	1.43	0.01	0.41	0.03
C18-C19	14.33	12	11.18	316.28	10.17	0.24	0.692	0.822	C18-C19	8.36	4.99	3.46	0.06	0.89	0.07
C19-C20	1.46	16	14.25	278.37	1.32	0.37	0.788	0.968	C19-C20	1.28	2.70	2.13	0.10	1.14	0.09
C20-C21	1.62	18	16.02	401.42	1.65	0.52	0.872	1.087	C20-C21	1.80	3.09	2.69	0.13	1.28	0.10
C21-C22	1.81	18	16.02	423.82	1.84	0.51	0.857	1.080	C21-C22	1.99	3.26	2.79	0.13	1.28	0.10
C22-C23	1.32	18	16.02	361.70	1.34	0.71	0.951	1.184	C22-C23	1.59	2.78	2.64	0.13	1.28	0.10
C23-C24	2.27	18	16.02	475.11	2.31	0.65	0.929	1.159	C23-C24	2.68	3.65	3.39	0.13	1.28	0.10
PISCINA A-C18	8.86	10	8.94	136.84	5.03	0.09	0.523	0.542	PISCINA A-C18	2.72	3.38	1.77	0.04	0.71	0.06
C15-C20	28.58	12	11.18	446.66	20.29	0.16	0.614	0.697	C15-C20	14.14	7.05	4.33	0.06	0.89	0.07
IMBORNAL 1-C18	29.96	6	5.17	58.31	9.83	0.21	0.665	0.779	IMBORNAL 1-C18	7.65	4.31	2.87	0.01	0.41	0.03

📍 Carrera 23 No: 75 - 82 Manizales -Caldas  
 ☎ PBX - (+57) (6) 8867080 NIT: 890.803.239-9

La longitud total del tramo a reponer es de aproximadamente 200 m con diámetros de 12, 16, y 18 pulgadas en material PVC – Alcantarillado de pared estructural; de acuerdo con los resultados del chequeo hidráulico realizado.

Es importante resaltar, que esta ampliación prevista es tomando como referencia que se van a captar las aguas de escorrentía que actualmente conectan al sistema de alcantarillado, como techos y vías; pero NO el caudal de descarga de las piscinas A y B a máxima capacidad. Independientemente que se construya esta red o no, se debe controlar la evacuación del volumen de agua de las piscinas, de acuerdo a la recomendación brindada en el punto 1.

Atentamente,



**Alejandro Valencia Ocampo**

Ingeniero de diseño departamento de  
Planeación y Proyectos  
EMPOCALDAS S.A E.S.P  
Carrera 23 No 75-82, Barrio Milán  
Teléfono: 8867080 ext: 113



Espacio para  
Logo Corporativo

Jhony Alejandro Valencia Ocampo  
- NIT 1.053.824.318-  
Cra 9C #11-10  
Tel: (57) 3175555793  
Manizales - Colombia  
javalenciao@unal.edu.co



Factura electrónica de venta  
No. FE 1018

Señores	EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE CALDAS S.A EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS		
NIT	890.803.239-9	Teléfono	(036) 8867080
Dirección	CRA 23 N 75 82	Ciudad	Manizales - Colombia

Fecha y hora Factura	
Generación	31/03/2023, 06:40
Expedición	30/03/2023, 06:40
Vencimiento	15/04/2023

Ítem	Descripción	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
1	Servicio	1.00	6,563,806.00	6,563,806.00

Total ítems: 1

**Valor en Letras:**

Seis millones quinientos sesenta y tres mil ochocientos seis pesos m/cte

**Condiciones de Pago:**

Pago a crédito - Cuota No. 001 vence el 2023-04-15 por \$ 6,563,806.00

**Observaciones:**

Por favor consignar en la cuenta de ahorros Bancolombia # 373-673397-65 Solicito por medio de la presente abstenerse de practicar retención la fuente por prestación de servicios profesionales de conformidad al Decreto 099 de enero 25 de 2013 y aplicación de los artículos 383 del Estatuto Tributario en concordancia con el artículo 329.  
Pertenezco a la categoría de rentas de trabajo y no poseo más de dostrabajadores de acuerdo a la ley 1819 del 2016.

**Orden de compra: -**

A esta factura de venta aplican las normas relativas a la letra de cambio (artículo 5 Ley 1231 de 2008). Con esta el Comprador declara haber recibido real y materialmente las mercancías o prestación de servicios descritos en este título - Valor. Número Autorización 18764046741669 aprobado en 20230329 prefijo FE desde el número 1018 al 1100 Vigencia: 6 Meses

- Actividad Económica 7112 Actividades de ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica Tarifa 10  
CUFE: 0b599620ae71362258db6e0020944bbf39d8b71294902a9e6c094c1d1b4e8d4d42d78450880c35cd4ae9496ecc2e9f5c





### Información de la Planilla Pagada

Nit de comercio Operador de Información	900089104-5
Razón Social del Operador de Información	ARUS (antes Enlace Operativo)
Descripción	Pago de SuAporte
Fecha	2023-03-01, 07:12:59 PM en horario extendido
Periodo de Cotización Otros Riesgos	febrero de 2023
Periodo de Cotización Para Salud	febrero de 2023
Empresa	JHONY ALEJANDRO VALENCIA OCAMPO
CEDULA CIUDADANIA	CC 1053824318
Código Sucursal (Nombre)	( )
Referencia de Pago/ Número Planilla	61734035
Tipo de Planilla	I
Número Transacción Bancaria/ CUS	1945859049
Banco	(1007) - BANCOLOMBIA
Valor	\$ 1.101.400
Estado de la Transacción	Aprobada
Dirección IP de Origen	10.0.19.58

Nit	Código	Administradora	Número Afiliados	Valor sin Mora	Total Intereses Mora
N800224808	230301	PORVENIR	1	\$ 569.600	\$ 0
N800088702	EPS010	EPS SURA	1	\$ 445.000	\$ 0
N890903790	14-11	ARL SURA	1	\$ 86.800	\$ 0
<b>SubTotales:</b>				\$ 1.101.400	\$ 0
<b>Total a Pagar:</b>					\$ 1.101.400

