



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL NORDESTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

# **TRABAJO FINAL**

**ANTEPROYECTO:**

**OBRA DE**

**REACONDICIONAMIENTO**

**DE LA RUTA NACIONAL Nº12**

**TRAMO**

**CUATRO BOCAS – EMPEDRADO**

**AUTORES:**

- CHAVEZ YAYA, Carlos Andrés
- KOWAL, Mauricio
- SUAREZ BONO, Sergio Nicolás

**TUTORES:**

- Ing. Hugo Rohrmann
- Ing. Rolando Biain

**Año 2023**

## CONTENIDO

<b>CAPITULO 1: INTRODUCCION.</b>	5
1.1- Introducción.	5
1.2- Ubicación geográfica.	5
1.3- Historia y antecedentes.	6
1.4- Descripción general del tramo en estudio.	7
1.5- Antecedentes de siniestralidad.	12
1.6- Soluciones propuesta.	13
<b>CAPITULO 2: ESTUDIO DEL TRANSITO.</b>	15
2.1- Introducción.	15
2.2- Antecedentes del TMDA.	15
2.3- Nivel de servicio actual del tramo.	16
2.3.1- Censo de cobertura – 2017.	16
2.3.2- Velocidad de diseño.	16
2.3.3- Direccionalidad en hora pico.	17
2.3.4- Volumen horario de diseño.	17
2.3.5- Porcentaje de zona sin sobrepaso.	17
2.4- Determinación del TMDA de Diseño.	21
2.4.1- Censo de cobertura – 2021.	21
2.4.2- Composición del tránsito.	22
2.4.3- TMDA Futuro.	22
<b>CAPITULO 3: ESTUDIOS GEOTECNICOS.</b>	25
3.1- Antecedentes de estudios geotécnicos.	25
3.1.1- Calicatas.	25
3.1.2- Calicatas – Año 2017.	25
3.1.3- Calicatas – Año 2010.	27
3.1.4- Antecedentes de la obra original, según DNV.	28
<b>CAPITULO 4: EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO.</b>	30
4.1- Introducción.	30
4.2- Indices de Estados (IE) y de Serviciabilidad presente (I.S.P.).	30
<b>CAPITULO 5: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.</b>	35
5.1- Introducción.	35
5.2- Configuración del paquete estructural.	35
5.3- Diseño del espesor de la carpeta de refuerzo.	35
5.3.1- Número de ejes equivalentes.	36

5.3.2- Desvío estándar de las variables.....	38
5.3.3- Confiabilidad.....	38
5.3.4- Pérdida de serviciabilidad.....	38
5.3.5- Módulo resiliente de la subrasante.....	39
5.4- Cálculo del número estructural necesario (SN <sub>nec</sub> ).....	41
5.5- Cálculo del número estructural efectivo (SN <sub>ef</sub> ).....	41
5.5.1- Coeficientes de aporte “a”.....	42
5.5.2- Coeficientes de drenaje “m”.....	44
5.6- Cálculo del refuerzo de la carpeta de C <sup>o</sup> A <sup>o</sup> .....	45
5.7- Ensanche de Calzada.....	46
5.8- Banquina Pavimentada.....	48
5.9- Sección transversal del paquete estructural.....	51
<b>CAPITULO 6: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.</b> .....	<b>52</b>
6.1- Introducción .....	52
6.2- Descripción del sistema.....	52
6.3- Áreas de aporte .....	54
6.4- Tiempos de concentración .....	55
6.5- Información de precipitaciones.....	57
6.6- Análisis estadístico de las precipitaciones.....	60
6.7- Cálculo de las precipitaciones críticas .....	62
6.8- Determinación del hietograma de diseño.....	65
6.9- Número de curva.....	67
6.10- Cálculo de los caudales de diseño .....	72
6.11- Nivel de máxima creciente.....	78
6.12- Análisis de erosión.....	82
6.13- Alcantarillas y cunetas .....	84
<b>CAPITULO 7: INTERSECCIONES Y ACCESOS.</b> .....	<b>87</b>
7.1- Introducción.....	87
7.2- Análisis particular de cada Intersección.....	87
7.2.1- Intersección Ruta Nacional N12 y la Av. Gral. Sarmiento (Acceso sur a la localidad de Empedrado) .....	87
7.2.2- Intersección la Ruta Nacional N12 y la Ruta Provincial N16 (Acceso a la localidad de San Lorenzo) .....	90
7.2.3- Intersección Ruta Nacional N12, Ruta Provincial N27 y Ruta Nacional N118 .....	91
<b>CAPITULO 8: SEGURIDAD VIAL.</b> .....	<b>95</b>
8.1- Introducción.....	95

<b>8.2- Señalización vertical y horizontal.....</b>	<b>95</b>
<b>8.2.1- Señales Preventivas.....</b>	<b>97</b>
<b>8.2.2- Señales Reglamentarias. ....</b>	<b>98</b>
<b>8.2.3- Señales Informativas. ....</b>	<b>99</b>
<b>8.3- Señales aplicadas al tramo estudiado.....</b>	<b>100</b>
<b>8.4- Iluminación. ....</b>	<b>103</b>
<b>8.4.1- Dimensionamiento del alumbrado. ....</b>	<b>104</b>
<b>8.4.1.1- Adopción del tipo de columna.....</b>	<b>104</b>
<b>8.4.1.2- Disposición de las columnas.....</b>	<b>104</b>
<b>8.4.1.3- Separación de columnas.....</b>	<b>104</b>
<b>8.4.1.3.a- Determinación de la iluminancia media.....</b>	<b>105</b>
<b>8.4.1.3.b- Elección de la luminaria.....</b>	<b>106</b>
<b>8.4.1.3.c- Factor de mantenimiento (<math>f_m</math>).....</b>	<b>108</b>
<b>8.4.1.3.d- Factor de utilización (<math>\eta</math>).....</b>	<b>108</b>
<b>8.4.1.3.e- Separación entre luminarias (d).....</b>	<b>109</b>
<b>8.4.2- Dársena para transporte público y refugio de pasajeros.....</b>	<b>109</b>
<b>CAPITULO 9: COMPUTO Y PRESUPUESTO. ....</b>	<b>113</b>
<b>9.1- Cómputo y presupuesto.....</b>	<b>113</b>
<b>9.2- Plan de Trabajo.....</b>	<b>114</b>
<b>9.3- Curva de Inversión.....</b>	<b>115</b>
<b>CAPITULO 10: ANEXOS. ....</b>	<b>116</b>
<b>A.2.1- Fuente: Cátedra de Vialidad Especial.....</b>	<b>116</b>
<b>A.2.2 - Antecedentes de obra original - Fuente DNV. ....</b>	<b>118</b>
<b>A.4.1 – Catálogo de fotografías de la Evaluación de pavimentos.....</b>	<b>118</b>
<b>A.6.1- Informes de las unidades cartográficas de suelos. ....</b>	<b>120</b>
<b>A.6.2- Velocidades medias de escurrimiento y tiempos de concentración de las cuencas..</b>	<b>136</b>
<b>A.6.3- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 1 día.....</b>	<b>137</b>
<b>A.6.4- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 3 días.....</b>	<b>138</b>
<b>A.6.5- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 5 días.....</b>	<b>139</b>
<b>A.6.6 – Valores percentiles para la distribución <math>\chi^2</math> con diferentes grados de libertad (v) y para distintos niveles de confianza. ....</b>	<b>140</b>
<b>A.6.7 – Método de Gumbel para precipitación máxima anual de 1 día de duración. ....</b>	<b>141</b>
<b>A.6.8 - Representación gráfica de los valores de Gumbel – 1 día. ....</b>	<b>142</b>
<b>A.6.9 - Método de Log-Pearson III para precipitación máxima anual de 1 día de duración..</b>	<b>143</b>
<b>A.6.10 - Representación gráfica de los valores de Log-Pearson III – 1 día. ....</b>	<b>144</b>

<b>A.6.11 - Método de Gibrat-Galtón para precipitación máxima anual de 1 día de duración....</b>	<b>145</b>
<b>A.6.12 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galtón – 1 día. ....</b>	<b>146</b>
<b>A.6.13 - Método de Gumbel para precipitación máxima anual de 3 días de duración.....</b>	<b>147</b>
<b>A.6.14 - Representación gráfica de los valores de Gumbel – 3 días. ....</b>	<b>148</b>
<b>A.6.15 - Método de Log-Pearson III para precipitación máx. anual de 3 días de duración. ...</b>	<b>149</b>
<b>A.6.16 - Representación gráfica de los valores de Log-Pearson III – 3 días. ....</b>	<b>150</b>
<b>A.6.17 - Método de Gibrat-Galtón para precipitación máxima anual de 3 días de duración..</b>	<b>151</b>
<b>A.6.18 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galtón – 3 días. ....</b>	<b>152</b>
<b>A.6.19 - Método de Gumbel para precipitación máxima anual de 5 días de duración.....</b>	<b>153</b>
<b>A.6.20 - Representación gráfica de los valores de Gumbel – 5 días. ....</b>	<b>154</b>
<b>A.6.21 - Método de Log-Pearson III para precipitación máx. anual de 5 días de duración. ...</b>	<b>155</b>
<b>A.6.22 - Representación gráfica de los valores de Log-Pearson III – 5 días. ....</b>	<b>156</b>
<b>A.6.23 - Método de Gibrat-Galtón para precipitación máxima anual de 5 días de duración..</b>	<b>157</b>
<b>A.6.24 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galtón – 5 días. ....</b>	<b>158</b>
<b>A.6.25 – Valores del factor K para la expresión del método de Log-Pearson III. ....</b>	<b>159</b>
<b>A.6.26 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 1 día. ....</b>	<b>160</b>
<b>A.6.27 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 3 días. ....</b>	<b>161</b>
<b>A.6.28 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 5 días. ....</b>	<b>162</b>
<b>A.6.29 - Error cuadrático medio de la variable (ECMV) – 1 día. ....</b>	<b>163</b>
<b>A.6.30 - Error cuadrático medio de la variable (ECMV) – 3 días. ....</b>	<b>164</b>
<b>A.6.31 - Error cuadrático medio de la variable (ECMV) – 5 días. ....</b>	<b>165</b>
<b>A.6.33 – Distribución diaria de la precipitación en tormentas reales de 5 días de duración para los 3 eventos anuales de mayor volumen precipitado. ....</b>	<b>174</b>
<b>A.6.34 – Imágenes del satélite Setinel-2 en sus distintas composiciones RGB, visto en la interfaz del software Sentinels Application Platform (SNAP) y correspondiente al 21 de febrero de 2.019. ....</b>	<b>182</b>
<b>A.6.35 – Hietogramas de diseño para tormenta de 1 día de duración. ....</b>	<b>183</b>
<b>A.6.36 – Hietogramas de diseño para tormenta de 3 días de duración. ....</b>	<b>184</b>
<b>A.6.37 – Hietogramas de diseño para tormenta de 5 días de duración. ....</b>	<b>187</b>
<b>A.6.38 – Recopiación de planos de secciones y estructuras de los puentes del tramo. ....</b>	<b>193</b>

## CAPITULO 1: INTRODUCCION.

### 1.1- Introducción.

El siguiente estudio que se presenta como Trabajo Final de carrera de Ingeniería Civil, tiene por objeto el reacondicionamiento de la infraestructura de la Ruta Nacional N° 12, desde la progresiva Km 940 – Km 974,8, a lo largo de 34,8 km de carretera, entre los accesos a las localidades de Saladas y Empedrado, respectivamente.

Con esta propuesta se busca mejorar las condiciones generales de circulación y lograr un incremento de la capacidad de la vía, readequando el tramo bajo el concepto de “Ruta Segura”, según lo define la Dirección Nacional de Vialidad, mediante el ensanche de la calzada existente y la adición de banquetas pavimentadas de concreto asfáltico.

Por otro lado, este trabajo que se desarrolla a nivel de anteproyecto, incluye el acondicionamiento de los accesos a las localidades ubicadas a las márgenes del tramo, mediante obras de iluminación, pavimentación y readequación hidráulica de las obras de arte.

### 1.2- Ubicación geográfica.

Corrientes es una de las veintitrés provincias de la República Argentina, ubicada al noreste del territorio nacional. Limita al norte y oeste con el río Paraná, que la separa de Chaco, Santa Fe y Paraguay, al noreste con Misiones, al sur con Entre Ríos, y al este con el río Uruguay que la separa de Brasil y Uruguay.

El tramo de camino en estudio pertenece a la Ruta Nacional N°12, situado en el lado oeste de la provincia, en dirección norte-sur. Pertenece al Corredor Vial N°6, y se extiende desde el empalme con la Ruta Provincial N°27 hasta el acceso a la ciudad de Empedrado.



Figura 1.1 – Ubicación del tramo de ruta del proyecto



Figura 1.2 – Corredor vial N°6

### 1.3- Historia y antecedentes.

La Ruta Nacional N°12 es un camino carretero de la República Argentina que conecta a las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones con la de Buenos Aires. Se desarrolla a lo largo de 1.560 kilómetros completamente asfaltados.

Esta vía tiene su inicio en la ciudad de Zárate, provincia de Buenos Aires, y cruza el río Paraná a través del *Complejo Ferroviario Zárate-Brazo Largo* constituido por dos puentes: uno sobre el río Paraná las Palmas, que lleva el nombre de *General Bartolomé Mitre*, y otro sobre el río Paraná Guazú denominado *Justo José de Urquiza*.

La ruta atraviesa las ciudades capitales de Paraná, Corrientes y Posadas, y culmina su recorrido en el puente internacional Tancredo Neves en la ciudad de Puerto Iguazú, límite con Brasil. Constituye la vía más importante para llegar a los Esteros del Iberá y a las Cataratas del Iguazú.

En su tramo, desde la ciudad de Zárate al municipio de Ceibas, el camino cuenta con calzada dividida (autovía). En tanto que, en la provincia de Misiones, la ruta posee sectores de uno o dos carriles extras alternadamente, casi en todo su desarrollo.

Dentro de la provincia de Corrientes, la ruta está constituida por un camino rural de dos carriles de 678 kilómetros de longitud. Se inicia en el puente metálico sobre el Río Guayquiraró, y se denomina Ruta de las Misiones Jesuíticas al tramo comprendido entre las ciudades de Corrientes y Puerto Iguazú, y recibe el nombre de *Soberanía Nacional* el tramo Goya-Saladas.

Los primeros kilómetros de ruta a cargo de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) dentro de la provincia datan de mediados de la década de 1950, con la construcción del tramo pavimentado Corrientes – Ramada Paso. En el año 1965, se inaugura el corredor

Corrientes–Saladas, una obra de 89 kilómetros asfaltados, cuyo tramo inferior es objeto de este estudio.

#### 1.4- Descripción general del tramo en estudio.

A continuación, se presenta de forma esquemática el tramo de ruta en estudio, donde se ubican los principales elementos a tener en cuenta para el anteproyecto, como ser el inicio del tramo, en el empalme con la Ruta Nacional 118 y el fin del mismo, en el acceso a la ciudad de Empedrado. Asimismo, se ubica el acceso a la localidad de San Lorenzo, el cual será reacondicionado en el presente trabajo, y también los arroyos Ambrosio, San Lorenzo, Pegujó y González, de cuyas cuencas habrá que realizar un estudio hidrológico con el fin de determinar las condiciones actuales de las obras de arte. Se ve representado el paso sobre nivel del Ferrocarril General Urquiza.



Figura 1.3– Esquema del tramo de camino – Fuente: Enciclopedia libre Wikipedia.

Actualmente, todo el tramo presenta un ancho de calzada de 6,70 metros y banquetas sin pavimentar.



Figura 1.4 – Ancho de calzada y banquina de tierra – Fuente: Relevamiento del grupo.

En gran parte del tramo se observan ahuellamientos tanto transversales como longitudinales, lo que impide que el los conductores viajen confortablemente y de manera segura por los movimientos impredecibles que el vehículo puede experimentar al estar en contacto con ellos.



Figura 1.5 – Deformaciones longitudinales y transversales – Fuente: Relevamiento del grupo.

Evidencia del ahuellamiento en días de lluvia.

En éstas condiciones la ruta se vuelve aun mas insegura, debido a que por la acumulación de agua en la calzada, los neumáticos al ponerse en contacto con éstos, y más aún a relativamente altas velocidades, pueden experimentar el fenómeno de “aquaplaning”, pudiendo así expulsarlos de la calzada.



*Figura 1.6 – Estado de la calzada en un día de lluvia – Fuente: Relevamiento del grupo.*

Desprendimientos y fisuras.

Estos tipos de deterioros, si no son tratados a tiempo, posteriormente se convierten en baches, lo que implica un gasto mayor para su reconstitución.



Figura 1.7 – Desprendimientos y fisuras – Fuente: Relevamiento del grupo.

Las alcantarillas presentan un alto grado de obstrucción por presencia de vegetación, lo que impide que desarrollen su máxima capacidad de drenaje en épocas de altas precipitaciones.



Figura 1.8 – Presencia de maleza en la embocadura de las alcantarillas – Fuente: Relevamiento del grupo.



Figura 1.9 – Estado de conservación y mantenimiento de las alcantarillas – Fuente: Relevamiento del grupo.

### 1.5- Antecedentes de siniestralidad.

El tramo de ruta, objeto de este trabajo, fue construido hace varias décadas para solicitaciones y condiciones del tránsito muy inferiores a las que soporta ya hace varios años atrás, y que con el correr del tiempo queda aún más en evidencia. (Ver apartado 2.3)

El notable crecimiento del parque automotor, incluido el tránsito pesado de transporte, el aumento de la velocidad máxima de circulación permitida para los vehículos respecto a la velocidad de diseño del camino, sumado al deterioro propio de la estructura como consecuencia del paso del tiempo y de la falta de un plan de mantenimiento adecuado, son los principales factores que demuestran que este tramo de ruta no presenta las condiciones necesarias para brindar seguridad y confort a los usuarios.

En lo que respecta puntualmente a la seguridad, los siniestros viales representan un tema casi cotidiano en la provincia de Corrientes. De acuerdo a un estudio publicado por el **Instituto de Administración de Empresas Agropecuarias**, dependiente de la *Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE*, casi el 50% de los siniestros viales ocurridos en las rutas nacionales de la provincia durante los primeros ocho meses del 2022 tuvieron lugar en la Ruta Nacional N°12, principalmente entre el kilómetro 940 y el 1.030.



Figura 1.10 – Porcentaje de accidentes según ruta de ocurrencia – Fuente Estudio IAEA - UNNE

Dado el gran número de siniestros, a principios del mes de agosto de 2.022, la *Dirección de Seguridad Vial de la Policía de Corrientes*, por disposición de las autoridades de la *Dirección Nacional de Vialidad* y de la empresa concesionaria de la ruta, *Corredores Viales SA*, establece que la velocidad máxima de circulación queda reducida a 80 km/h para el tramo comprendido entre los kilómetros 940 al 1023. A fines del mismo mes, dicha medida de reducción de velocidad quedó sin efecto, volviendo a las velocidades aprobadas por la ley de tránsito, cuya máxima para esta ruta es de 110 km/h.

Según lo establece la actualización 2.010 de las *Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad*, el ancho de la calzada para una ruta nacional concesionada con velocidad de circulación alta (mayor a 80 km/h) debe ser de 7,30 metros.

### 1.6- Soluciones propuesta.

Por lo anteriormente expuesto, es evidente la necesidad de una intervención, tanto desde el punto de vista geométrico como estructural del camino. En el presente trabajo se propone:

- Ensanche de la calzada existente de 6,70 metros hasta los 7,30 metros.
- Ejecución de capas de refuerzos de concreto asfáltico (C°A°).
- Pavimentación de banquetas, con un ancho de 1,80 metros.
- Verificación de puentes y obras de arte.
- Readecuación de accesos a localidades.
- Iluminación y señalización en sitios necesarios.
- Instalación de dársenas de colectivos y refugio de pasajeros en lugares específicos.

## FUENTES DE CONSULTA

[https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Corrientes](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Corrientes)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Ruta\\_Nacional\\_12\\_\(Argentina\)#Provincia\\_de\\_Corrientes](https://es.wikipedia.org/wiki/Ruta_Nacional_12_(Argentina)#Provincia_de_Corrientes)

[http://www.wikivia.org/wikivia/index.php?title=Ruta\\_Nacional\\_12\\_\(Argentina\)#Provincia\\_de\\_Corrientes](http://www.wikivia.org/wikivia/index.php?title=Ruta_Nacional_12_(Argentina)#Provincia_de_Corrientes)

[https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/979939#Provincia\\_de\\_Corrientes](https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/979939#Provincia_de_Corrientes)

<https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/vialidad-nacional/corredoresviales/tramoiii>

<https://www.argentina.gob.ar/seguridadvial/observatoriovialnacional/estadisticas-observatorio>

<https://www.diarioepoca.com/1262960-la-mitad-de-los-siniestros-viales-se-registraron-sobre-ruta-nacional-12>

## CAPITULO 2: ESTUDIO DEL TRANSITO.

### 2.1- Introducción.

El elemento básico que permite evaluar el llamado volumen o flujo de tránsito lo constituye el número de vehículos que pasa por una sección de un camino en un determinado tiempo.

Su medición directa, mediante el conteo de los mismos resulta ser de fundamental importancia para realizar cualquier tipo de análisis de los problemas que se presentan en todo camino, sea éste rural o urbano. Además, es de suma utilidad para definir la importancia relativa de un camino o ruta sobre otra.

El parametro de diseño fundamental de un camino es el *Tránsito Medio Diario Anual* (TMDA), que representa el volumen total anual dividido por el numero de días del año (veh/día). En función de esta variable, las *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras* de 1980 (actualización 2010) definen la categoría del camino, a partir de la cual se establecen las características de diseño geométrico.

El estudio del tránsito comprende tambien el analisis de la *composicion* del mismo, ya que este no se limita solamente a los vehículos de porte mediano a grande, como ser autos, camionetas, colectivos, camiones, etc., sino que también comprende el estudio del tránsito de peatones, bicicletas y motocicletas.

La experiencia indica que el número de siniestros viales que involucran a bicicletas y motocicletas, se reduce considerablemente cuando se provee al camino una solución técnica que permita separar los flujos de los distintos tipos de vehículos. De esta forma, las banquetas pavimentadas otorgan un mayor grado de seguridad para los pedestres, ciclistas y motociclistas que transitan la ruta.

### 2.2- Antecedentes del TMDA.

Según los datos obtenidos del sitio web de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), se muestra en la gráfica la evolución del TMDA del camino desde el año 2.010 a la actualidad. Se muestra solo desde ese año a modo de demostrar como evoluciona el TMDA con los el tiempo.

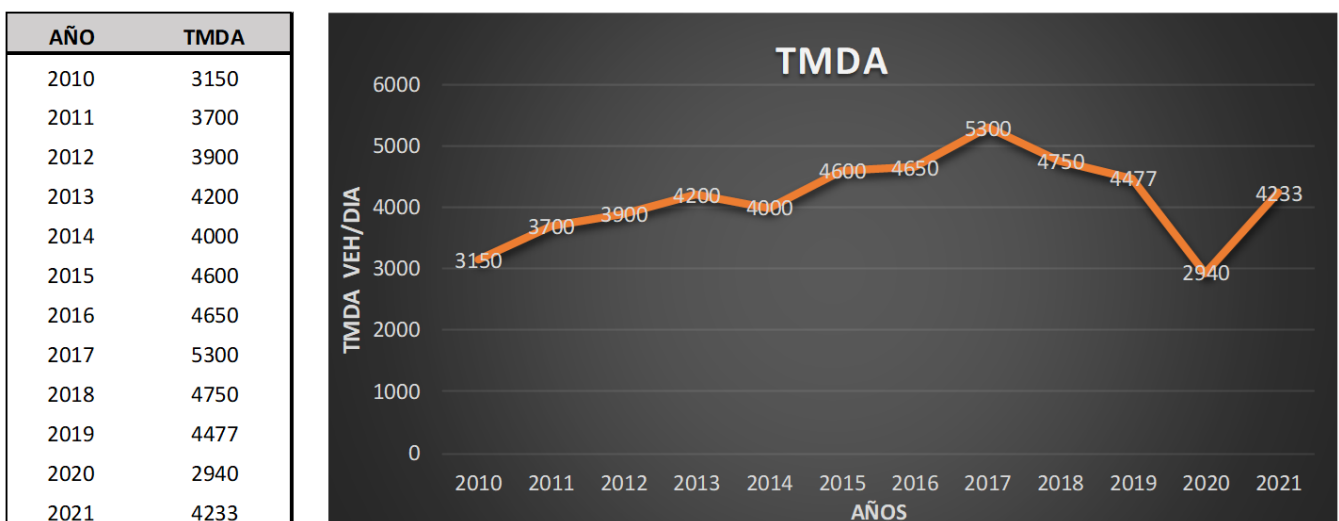


Figura 2.1 - Evolución del TMDA (2010-2021) – Fuente: Elaboración propia

Se observa que, a pesar de las fluctuaciones año a año, el tránsito medio diario anual (TMDA), en términos generales, tiene una tendencia ascendente conforme transcurren los años, sin embargo la serie muestra una caída notable para el año 2.020, asociada al año de inicio de la pandemia de Covid-19 en la República Argentina, que condujo al aislamiento social preventivo y obligatorio.

### 2.3- Nivel de servicio actual del tramo.

El *nivel de servicio* es una medida cualitativa que nos permite conocer cual es el grado de confort que experimentan los usuarios cuando circulan por la vía, y que naturalmente está asociado a las condiciones operativas del flujo de tránsito. Para ello se tiene en cuenta variables de estado como ser la velocidad de circulación, tiempo de viaje, libertad de maniobra, seguridad, etc.

El nivel de servicio puede ser clasificado de la A, cuando se tiene condiciones óptimas de operación, hasta el extremo de una categoría F, asociada a una circulación muy forzada y la absoluta congestión de la vía.

Para caminos rurales de dos carriles de Clase 1 (tramos de rutas nacionales), el nivel de servicio se establece fundamentalmente por los siguientes parámetros: porcentaje de tiempo de viaje sin posibilidad de efectuar maniobra de sobrepaso y la velocidad promedio de viaje.

#### 2.3.1- Censo de cobertura – 2017.

Teniendo en cuenta el máximo valor del TMDA registrado en los años recientes, que según se observa en el apartado anterior, se dió en el **año 2.017** con un volumen de **5.300 veh/día**, se determina el nivel de servicio que adquiere el tramo en cuestión.



Figura 2.2 - Dato de Censo de Cobertura (2017) - Fuente: sitio web de la DNV

#### 2.3.2- Velocidad de diseño.

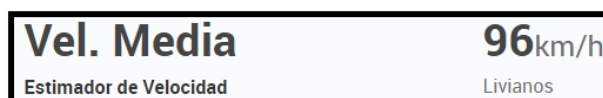


Figura 2.3 - Fuente: sitio web de la DNV

### 2.3.3- Direccionalidad en hora pico.

Direccionalidad hora pico		
	Asc	Desc
porc.	56,2%	43,8%

Figura 2.4 - Fuente: sitio web de la DNV

### 2.3.4- Volumen horario de diseño.

Volúmen Horario de Diseño.

$$VHD = K * TMDA$$

El valor de **K** se obtiene de tabla. **Ver Anexo - A.2.1**

Se adopta  $K=0.14$ , correspondiente al TMDA comprendido entre 2500 y 5000 veh/día, según Tabla N°2, debido a que en la mayoría de los años el valor de 5000 veh/día no es superado.

$$VHD=0.14*5300veh/día=742veh/h$$

<b>VHD=742 veh/h</b>
----------------------

### 2.3.5- Porcentaje de zona sin sobrepaso.

El porcentaje de zona sin sobrepaso se determinó haciendo la relación entre la sumatoria de las longitudes de los tramos que presentaban al menos una línea amarilla sobre la calzada y la longitud total del tramo en estudio.

Longitud del tramo → **34.8 Km**

Longitud del tramo sin posibilidad de sobrepaso → **7.35 Km**

$$\text{Porcentaje de zona sin sobrepaso} \rightarrow \%Zona\ s/sobrepaso = \frac{7.35}{34.8} * 100 = 21\%$$

Las tablas aplicadas para éstos cálculos se presentan en el anexo. **Ver Anexo - A.2.1**

La determinación del NS (Nivel de Servicio) se obtiene utilizando la siguiente planilla de cálculo, proporcionada por la Cátedra de **Vialidad Especial**.

Características Geométricas			
Velocidad de diseño : VD =	96 km/h	Ancho de carril : a =	3.35 m
% zonas sin sobrepaso Pss =	21 %	Obstrucción lateral d =	1.2 m
Tipo de Terreno : Llano		Longitud del tramo : Lt =	34.8 km

Características del Tránsito	
Volumen horario de demanda :	VHD = 742 vph
Factor de hora pico :	FHP = 0.85
Porcentaje de automóviles :	Pa = 70.6 %
Porcentaje de camiones :	Pc = 25.5 %
Porcentaje de ómnibus :	Po = 3.9 %
Porcentaje de vehículos recreacionales :	Pr = 0 %
Direccionalidad :	Dir. = 56 / 44

**1 - Ecuación general.**

El volumen de servicio " total en ambos sentidos ", se calcula con la siguiente ecuación :

$$VSi = 2800 * (v / c)_i * fd * fa * fvp$$

**VSi** : volumen de servicio total en ambos sentidos, en las condiciones existentes de tránsito y camino, para el nivel de servicio " i ", expresado en vehículos por hora [ vph ]

$(v / c)_i$  : relación volumen - capacidad ideal para el nivel de servicio " i ", que se obtiene de la " **Tabla 8.1** ".

**fd** : factor de ajuste por distribución direccional del tránsito, se obtiene de la " **Tabla 8.4** ".

**fa** : factor de ajuste por ancho de carril y obstrucción lateral, se obtiene de la " **Tabla 8.5** ".

**fvp** : factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en la corriente del tránsito, que se calcula con la siguiente expresión:

$$fvp = \frac{1}{[ 1 + Pc * (Ec - 1) + Po * (Eo - 1) + Pr * (Er - 1) ]}$$

**Pc** : porcentaje de camiones en la corriente de tránsito, expresado como decimal.

**Po** : porcentaje de ómnibus en la corriente de tránsito, expresado como decimal.

**Pr** : porcentaje de vehículos recreacionales en la corriente de tránsito, expresado como decimal

**Ec** : factor de equivalencia de camiones en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

**Eo** : factor de equivalencia de ómnibus en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

**Er** : factor de equivalencia de vehículos recreacionales en automóviles, se obtiene de la " **Tabla 8.6** ".

La ecuación general, considera una capacidad ideal de " **2800 aph** " y la ajusta con la relación "  $(v / c)$  " correspondiente al nivel de servicio deseado, con el factor " **fd** " por distribución direccional, con el factor " **fa** " por ancho de calzada y obstrucciones laterales y con el factor " **fvp** " por presencia de vehículos pesados.

**2 - Obtención de los factores de ajuste y automóviles equivalentes para las condiciones existentes de tránsito y camino.**

a - Relación "( v / c )" para cada Nivel de Servicio " NSi ", de la " Tabla 8.1 ".

Relación "( v / c )" para cada Nivel de Servicio " NSi ". <a href="#">Tablas 'A1</a>					
% zonas sin sobrepaso : Pss = 21 %			Terreno : Llano		
Nsi	A	B	C	D	E
( v / c )	0.12	0.24	0.39	0.62	1

b - Factor de ajuste " fd " por distribución direccional, de la " Tabla 8.4 ".

Factor de ajuste " fd " por distribución direccional.	
Direccionalidad : Dir = 56 / 44	----> fd = 0.94

c - Factor de ajuste " fa " por ancho de carril y obstrucción lateral, de la " Tabla 8.5 ".

Factor de ajuste " fa " por ancho de carril y obstrucción lateral <a href="#">Tablas 'A1</a>					
Ancho de carril :	a = 3.35 m	---->	NS = A - D	---->	fa = 0.92
Obstrucción lateral	d = 1.2 m		NS = E	---->	fae = 0.97

d - Equivalentes en automóviles " Ec " ; " Eo " y " Er ", de la " Tabla 8.6 ".

Equivalentes en automóviles " Ec " ; " Eo " y " Er ".					
De Tabla 8.6 , con --> Tipo de terreno : Llano					
Factor	Nivel de Servicio Nsi				
	A	B	C	D	E
Ec	2	2.2	2.2	2	2
Eo	1.8	2	2	1.6	1.6
Er	2.2	2.5	2.5	1.6	1.6

e - Factor de ajuste " fvp " por presencia de vehículos pesados.

$$f_{vp} = \frac{1}{[ 1 + P_c * (E_c - 1) + P_o * (E_o - 1) + P_r * (E_r - 1) ]}$$

Para Nivel de Servicio : NS = A

$$f_{vp} = \frac{1}{[ 1 + 0,255 * (2 - 1) + 0,039 * (1,8 - 1) + 0 * (2,2 - 1) ]} = 0.777$$

Para Niveles de Servicio : NS = B y NS = C

$$f_{vp} = \frac{1}{[ 1 + 0,255 * (2,2 - 1) + 0,039 * (2 - 1) + 0 * (2,5 - 1) ]} = 0.743$$

<b>Para Niveles de Servicio : NS = D y NS = E</b>					
$fvp = \frac{1}{[1 + 0,255 * (2 - 1) + 0,039 * (1,6 - 1) + 0 * (1,6 - 1)]}$				= 0.782	
<b>3 - Volumen de servicio " VSi " para cada Nivel de Servicio " NSi ".</b>					
$VSi = 2800 * (v/c)_i * fd * fa * fvp$					
NS = A	VSa =	2800 * 0,12 * 0,94 * 0,92 * 0,777	=	226	vph
NS = B	VSb =	2800 * 0,24 * 0,94 * 0,92 * 0,743	=	432	vph
NS = C	VS <sub>c</sub> =	2800 * 0,39 * 0,94 * 0,92 * 0,743	=	702	vph
NS = D	VS <sub>d</sub> =	2800 * 0,62 * 0,94 * 0,92 * 0,782	=	1174	vph
NS = E	VS <sub>e</sub> =	2800 * 1 * 0,94 * 0,97 * 0,782	=	1996	vph
<b>4 - Conversión del volumen actual o previsto a volumen pico de 15 minutos.</b>					
$VS = \frac{VHD}{FHP}$		=	$\frac{742 \text{ vph}}{0.85}$	=	873 vph
<b>5 - Determinación del nivel de servicio " NS " que brinda el camino.</b>					
VS : 873 vph < 1174 vph ----> NS = D					
<b>6 - Capacidad del camino.</b>					
La capacidad del camino, es el volumen de servicio total en ambos sentidos, correspondiente al nivel de servicio " NS = E ". En este caso será :					
<b>Capacidad :</b>		VS <sub>e</sub> = C = 1996 vph			
<b>7 - Resumen de resultados.</b>					
<b>CUADRO RESUMEN</b>					
<b>Volumen de Servicio " VSi " para cada Nivel de Servicio " NSi ".</b>					
$VSi = 2800 * (v/c)_i * fd * fa * fvp$					
NS	( v / c )	fd	fa	fvp	Vsi
A	0.12	0.94	0.92	0.777	226
B	0.24	0.94	0.92	0.743	432
C	0.39	0.94	0.92	0.743	702
D	0.62	0.94	0.92	0.782	1174
E	1.00	0.94	0.97	0.782	1996
F	-	-	-	-	-
<b>Volumen de Servicio " VS " y Nivel de Servicio " NS " del camino.</b>					
$VS = \frac{VHD}{FHP}$		=	$\frac{742 \text{ vph}}{0.85}$	=	873 vph
VS = 873 vph < 1174 vph ----> NS = D					
Capacidad :		C = 1996 vph			

Tabla 2.5 - Nivel de servicio actual - Fuente: Cátedra de Vialidad Especial

Según los últimos registros obtenidos, el **Nivel de Servicio** del tramo en estudio corresponde al **“D”**.

Para éste Nivel de servicio, el flujo vehicular empieza a ser inestable y existe dificultad para realizar maniobras de sobrepaso, lo que conlleva a incrementar los tiempos de viaje debido a que los vehículos están obligados a disminuir su marcha.

Se debe destacar que se adopta el mayor valor de TMDA como ejemplo para demostrar que el NS adquirido justifica la intervención sobre el tramo en estudio, debido a que los valores del flujo de vehículos tienen una tendencia ascendente, pudiendo existir fluctuaciones año a año como se demuestra en la gráfica del apartado 2.2.

El Nivel de Servicio obtenido corresponde al **NS actual**, que demuestra que el tramo de ruta se encuentra obsoleta, y que debido a la tendencia ascendente del TMDA año a año, la misma quedará aún mas en evidencia en el futuro.

#### 2.4- Determinación del TMDA de Diseño.

Para la determinación de éste parámetro se parte con el último registro brindado por el sitio web de la DNV através de un **censo permanente**, que como se indicó en el apartado 2.2, es el **año 2021**, con un **TMDA de 4233 veh/día**.

##### 2.4.1- Censo de cobertura – 2021.



Figura 2.6 - Censo de cobertura – Fuente: sitio web de la DNV

### 2.4.2- Composición del tránsito.

Con los datos del censo de cobertura del apartado anterior, se elaboró un cuadro con los promedios de la composición del tránsito, que luego serán de utilidad en el cálculo y diseño de la estructural del pavimento flexible.

Los valores expresados en la siguiente tabla, corresponden a la composición en porcentajes.

Autos y Camionetas	Bus	S/A	C/A	Semi	
66.7	1.2	7.1	7.7	17.3	
64.7	1.1	8.4	7.5	18.3	
72.5	1.3	5.7	6.5	14	
69.7	2	6.9	6.6	14.8	
68.4	1.4	7.03	7.08	16.1	Promedios

Figura 2.7 - Composición del tránsito – Fuente: Elaboración propia.

El censo de cobertura debe complementarse con el censo permanente debido a que éste último no proporciona datos acerca de la composición del tránsito.

El valor del TMDA del año 2021 supera ampliamente el valor con el cual se diseñó el tramo original, que es de 1888 veh/día. **Ver Anexo – A.2.2**

### 2.4.3- TMDA Futuro.

DNV recomienda proyectar el TMDA futuro con una **tasa de crecimiento anual (r) del 3%**, a partir del último registro, además de considerarse para el diseño una **vida útil (n) de 10 años**.

El método más utilizado para realizar la proyección del TMDA futuro es el siguiente.

Aplicando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{TMDA_f = TMDA_i * (1 + r)^n}$$

TMDA<sub>i</sub> y TMDA<sub>f</sub>: Tránsito Medio Diario Anual Inicial y Final, respectivamente.

r: Tasa de crecimiento anual (Expresado como r=0.03)

n: Vida útil (Años)

Haciendo la proyección a futuro con la aplicación de la fórmula del TMDA<sub>f</sub>, se considera, como suposición que el TMDA<sub>i</sub> corresponderá al año 2023 (año de inauguración de la obra) con un **TMDA de 4491 veh/día**.

AÑOS	TMDA final	
2021	0	4233
2022	1	4360
2023	2	4491
2024	3	4626
2025	4	4764
2026	5	4907
2027	6	5054
2028	7	5206
2029	8	5362
2030	9	5523
2031	10	5689
2032	11	5859
2033	12	6035

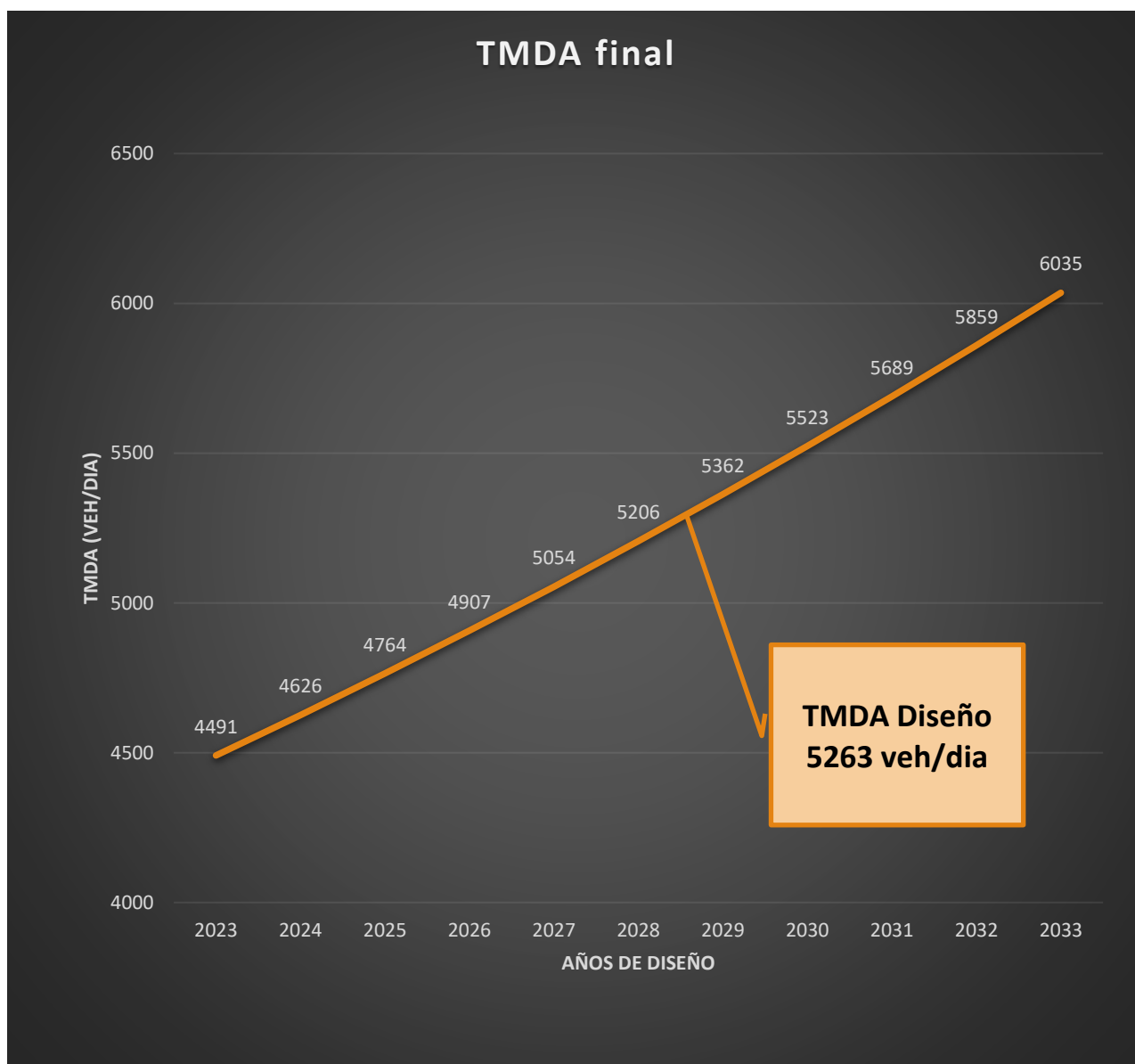


Figura 2.8 - TMDA de Diseño – Fuente: Elaboración propia.



## CAPITULO 3: ESTUDIOS GEOTECNICOS.

### 3.1- Antecedentes de estudios geotécnicos.

#### 3.1.1- Calicatas.

El tramo de ruta analizado, fue intervenido en varias ocasiones desde el punto de vista estructural, desde su inauguración hasta la actualidad (Bacheos, fresados, ejecución de refuerzos, etc.), por lo que se llega a la conclusión de que el paquete estructural no es uniforme en todo el tramo.

Con los antecedentes de las distintas intervenciones, se programaron estudios geotécnicos, en distintos puntos del tramo, con el objeto de establecer los espesores y materiales de las capas constitutivas del pavimento existente para luego diseñar el refuerzo.

#### 3.1.2- Calicatas – Año 2017.

Uno de los estudios consistió en la ejecución de *calicatas*, que fueron realizadas en el año 2017, por la empresa concesionaria de entonces, **Caminos del Paraná SA**, en las progresivas 942, 952, 962 y 972.

CALICATAS							
PROG.	CARRIL	CAPA	PROFUNDIDAD		ESPESOR [cm]	EMPRESA	AÑO
			De [cm]	A [cm]			
942	Des.	Concreto asfáltico	0,0	16,0	16,0	Caminos del Paraná	2017
		Base negra	16,0	36,0	20,0		
		Estab. Granular con cal	36,0	46,0	10,0		
		Suelo seleccionado	46,0	56,0	10,0		
		A-4 (2)	56,0	1,1	-		
952	Asc.	Concreto asfáltico	0,0	7,0	7,0	Caminos del Paraná	2017
		Base negra	7,0	37,0	30,0		
		Suelo seleccionado	37,0	62,0	25,0		
962	Des.	Concreto asfáltico	0,0	6,0	6,0	Caminos del Paraná	2017
		Base negra	6,0	16,0	10,0		
		Arena asfalto	16,0	26,0	10,0		
		Estab. Granular con cal	26,0	36,0	10,0		
		Suelo seleccionado	36,0	51,0	15,0		
		A-6 (6)	51,0	1,0	-		
972	Asc.	Concreto asfáltico	0	8	8,0	Caminos del Paraná	2017
		Base negra	8	30	22,0		
		Suelo cal	30	40	10,0		
		A-4 (1)	40	92	-		

Figura 3.1 – Datos de calicatas (2017)



Figuras 3.2 – Datos de calicatas (2017) – Fuente: Caminos del Paraná SA

### 3.1.3- Calicatas – Año 2010.

A continuación, se presentan calicatas realizadas en el año 2010 por la empresa concesionaria, de las progresivas 941, 946, 950 y 971.

CALICATAS							
PROG.	CARRIL	CAPA	PROFUNDIDAD		ESPESOR [cm]	EMPRESA	AÑO
			De [cm]	A [cm]			
941	Asc.	Concreto asfaltico	0,0	22,0	22,0	Caminos del Paraná	2010
		Base asfaltica	22,0	32,5	10,5		
		Suelo tosca	32,5	47,5	15,0		
		Suelo seleccionado	47,5	67,5	20,0		
		A-2-6 (0)	67,5	120,0	-		
946	Asc.	Concreto asfaltico	0,0	22,0	22,0	Caminos del Paraná	2010
		Base asfaltica	22,0	31,5	9,5		
		Suelo tosca	31,5	49,5	18,0		
		Suelo seleccionado	49,5	71,5	22,0		
		A-2-6 (0)	71,5	104,0	-		
950	Asc.	Concreto asfaltico	0,0	20,0	20,0	Caminos del Paraná	2010
		Base ligada arena asfalto	20,0	39,0	19,0		
		Sub-base arena arcillosa	39,0	59,0	20,0		
		Suelo selec. arena limosa	59,0	84,0	25,0		
		A-6 (13)	84,0	124,0	-		
971	Asc.	Concreto asfaltico	0,0	28,8	28,8	Caminos del Paraná	2010
		Base triturado calcareo	28,8	35,8	7,0		
		Sub-base arena fina limosa	35,8	68,8	33,0		
		A-6 (2)	68,8	108,8	-		

Figura 3.3 – Datos de calicatas (2010)

3.1.4- Antecedentes de la obra original, según DNV.

RUTA N° 12 DISTRITO: 10° PROVINCIA: CORRIENTES TRAMO: SALADAS- EMPEDRADO - SECC. KM. 6 - 20												
ANTECEDENTES CONSTRUCTIVOS Y MEJORAS REALIZADAS												
PROGRESIVA		O B R A				HABIL.	EMPRESA	T.M.D.A.	% CAM L. P.	CATEG. DISEÑO	ORIGEN DE LOS MATERIALES	OBSERVACIONES ZONA URBANA
ORIGEN	FINAL	T I P O		ANCHO	ESPESOR							
865,01	870,01	Suelo seleccionado			0,10		Valicent			IIIa. Yacim. de la zona		
947,31	955,31	Suelo seleccionado			0,12					llanura		
		Sub-base suelo tosca			0,10							
		Base tosca - cal			0,08							
		Carpeta suelo-arena-asfalto		6,70	0,05	1965						
		<u>Refuerzo</u>										
		Carpeta suelo-arena-asfalto		6,70	0,05	1971	Valico S.A.					
		<u>Refuerzo</u>					Wernicke			Piedra de Yofre		
		Capa reconstrucción conc. / asfáltico 0,10 m. espesor / prom. en el 40% del tramo			0,05							
		recuperación gálibo conc. / asfáltico espesor prom.			0,05							
		Carpeta conc. asfáltico		6,70	0,07	1981		1.088			T.M.D.A.	

Figura 3.4 – Antecedentes de la obra original – Fuente: DNV

RUTA N° 12 DISTRITO: 10° PROVINCIA: CORRIENTES TRAMO: SALADAS - EMPEDRADO - SECC. KM. 20 - 42,415												
ANTECEDENTES CONSTRUCTIVOS Y MEJORAS REALIZADAS												
PROGRESIVA		O B R A				HABIL.	EMPRESA	T.M.D.A.	% CAM L. P.	CATEG. DISEÑO	ORIGEN DE LOS MATERIALES	OBSERVACIONES ZONA URBANA
ORIGEN	FINAL	T I P O		ANCHO	ESPESOR							
79,01	901,42	SECC. KM. 20,000 - 39,500			0,10		Amerital			IIIa. Yacim. de la zona		
955,31	977,72	Suelo seleccionado			0,12					llanura		
		Sub-base suelo - cal			0,10							
		Base suelo asfalto			0,08							
		Carpeta asfáltica		6,70	0,05	1965						
		<u>SECC. KM. 39,500 - 42,415</u>										
		Suelo seleccionado			0,10							
		Suelo seleccionado			0,12							
		Sub-base suelo tosca			0,10							
		Base tosca - cal			0,08							
		Carpeta suelo-arena-asfalto		6,70	0,05	1965						
		<u>Refuerzo</u>										
		Carpeta suelo-arena-asfalto		6,70	0,05	1971	Valico S.A.					
		<u>Refuerzo</u>					Wernicke S.A.					
		Capa reconstrucción conc. / asfáltico 0,10 espesor prom. en 40% tramo			0,05							
		recuperación gálibo conc. / asfáltico (espesor prom.)			0,05							
		Carpeta conc. asfáltico		6,70	0,07	1981		1.088		Piedra de Yofre	T.M.D.A.	

Figura 3.5 – Antecedentes de la obra original – Fuente: DNV

Según los estudios realizados y los antecedentes, DNV realizó un cuadro donde se pueden observar las diferencias en cada sección del tramo.

Con éste cuadro, posteriormente se adoptará un paquete estructural representativo para todo el tramo, tomando los menores espesores encontrados, para el diseño del refuerzo del pavimento que se abordará en el **CAPITULO 5**. De ésta manera, al diseñar el espesor de refuerzo, nos ponemos del lado de la seguridad.

S/DNV										
SECCION	CAPA	E (m)	AÑO	CAPA	DNV	calic C.6.1.2 (2003-2006)			calic. 2017	
						construc.	941	946	950	942
941,31 - 955,31	CARPETA C <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,05	1997/1999							
	C <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,07	1981							
	REC. GAL. C <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,05								
	S <sup>o</sup> A <sup>o</sup> A <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> A <sup>o</sup> (40%)	0,10	1965/1971							
	TOSCA-CAL	0,08								
	TOSCA	0,10								
	S <sup>o</sup> S <sup>o</sup>	0,22								
955,31 - 974,81										
	C <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,05	1999/1997							
	C <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,07	1981							
	REC. GAL. C <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,05								
	S <sup>o</sup> A <sup>o</sup> A <sup>o</sup> /C <sup>o</sup> A <sup>o</sup> (40%)	0,10	1965							
	TOSCA -CAL	0,08								
	S <sup>o</sup> TOSCA	0,10								
	S <sup>o</sup> S <sup>o</sup>	0,22								
				SUBRASANTE A-6						
				construc.	971			962	972	
	C <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,17/0,27			0,29			0,16	0,30	
	S <sup>o</sup> A <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	0,10/0,0						0,10		
	E <sup>o</sup> G <sup>o</sup>							0,10		
	TOSCA	0,18			0,07					0,10
	S <sup>o</sup> S <sup>o</sup>	0,22			0,33			0,15		
				SUBRASANTE A-6						

Figura 3.6 – Componentes del paquete estructural – Fuente: DNV

## CAPITULO 4: EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO.

### 4.1- Introducción.

Se realizó en 2021, la evaluación superficial de la calzada, por parte de la DNV, para obtener los parámetros de deterioro más relevantes para el estudio y determinación de obras a realizar.

Para el caso del INDICE DE ESTADO la misma consistió en una inspección visual por personal experimentado, observando y clasificando los deterioros encontrados según el Manual de Evaluación de Pavimentos de DNV (1980).

El INDICE DE SERVICIABILIDAD responde al confort que los usuarios de dicho camino experimentan al circular por el mismo.

Se relevaron entre las progresivas 940,00 y 975,00 los principales parámetros de deterioro para conocer el Estado del Pavimento, la evolución de estos deterioros y las posibles causas que lo producen.

### 4.2- Indices de Estados (IE) y de Serviabilidad presente (I.S.P.).

El **índice de estado**, para pavimentos flexibles, responde a la siguiente expresión:

$$IE = 10 \times e^{-(0.04D1+0.05D2+0.07D3+0.04D4)}$$

Donde:

e= 2.718 (Base de los logaritmos neperianos).

Los valores: 0.04, 0.05 y 0.07, son coeficientes de peso

D1, D2, D3 y D4 son coeficientes de deterioro.

D1: Deformación longitudinal → RUGOSIDAD (m/km) (del 0 al 10)

Rugosidad (m/Km)	Coficiente D1 correspondiente
0 - 1.1	0
1.2 - 1.4	1
1.5 - 1.7	2
1.8 - 2.0	3
2.1 - 2.3	4
2.4 - 2.7	5
2.8 - 3.3	6
3.4 - 3.9	7
4.0 - 4.5	8
4.6 - 5.0	9
Mayor de 5.0	10

Figura 4.1 – Coeficiente D1 – Fuente: Manual de Evaluación de Pavimentos de DNV

D2: Deformación transversal → PROFUNDIDAD (mm) (del 0 al 10)

Profundidad de deformación medida en mm.	de Coeficiente "D2" correspondiente
0 - 5	0
6 - 9	1
10 - 12	2
13 - 16	3
17 - 20	4
21 - 25	5
26 - 30	6
31 - 35	7
36 - 40	8
41 - 45	9
46 y más	10

Figura 4.2 – Coeficiente D2 – Fuente: Manual de Evaluación de Pavimentos de DNV

D3: Fisuración → Según CATALOGO DE FOTOGRAFIAS - **Ver Anexo A.4.1**

D4: desprendimientos → % PELADURAS SUPERFICIALES  
→% BACHES DESCUBIERTOS } (del 0 AL 10)

% Peladuras Superficiales	% Baches Descubiertos	Coeficiente correspondiente	D4
1 - 9	-	1	
10 - 29	-	2	
30 - 49	-	3	
50 - 69	0.1 - 0.3	4	
70 - 89	0.4 - 0.6	5	
90 - 100	0.7 - 1.0	6	
	1.1 - 1.3	7	
	1.4 - 1.6	8	
	1.7 - 2.0	9	
	Mayor de 2,0	10	

Figura 4.3 – Coeficiente D4 – Fuente: Manual de Evaluación de Pavimentos de DNV

El **índice de serviciabilidad**, está asociada al confort que experimenta el usuario al transitar el camino. Este valor responde a la siguiente expresión:

$$ISP = 5.03 - (1.91 \times \log(1 + 2.47 \times Rug^2)) + \frac{Ah^2}{480} + \frac{D4^2}{71}$$

Rug: Rugosidad en m/km

Ah: Ahuellamiento en mm

D4: Nota que califica el **desprendimiento**, según el siguiente cuadro, la escala de opinión del usuario:

0	-	1	MUY MALO
1	-	2	MALO
2	-	3	REGULAR
3	-	4	BUENO
4	-	5	MUY BUENO

Figura 4.4 – Coeficiente D4 – Fuente: Manual de Evaluación de Pavimentos de DNV

En el siguiente cuadro se reflejan los resultados obtenidos de la evaluación:

TRAMO		RUGOSIDAD		AHUELLAMIENTO		FISURACION		DESPRENDIMIENTOS			IE (Indice de Estado)	ISP (Indice de serviciabilidad presente)
De PK	a Pk	BPR (m/km)	coef. D1	(mm)	coef. D2	Grado máx.(DNV)	coef. D3	% Baches descubiertos	% Baches cubiertos	coef. D4		
940	941	3,0	6	13	3	0	0	0	0	0	6,8	2,1
941	942	2,3	4	11	2	0	0	0	0	0	7,7	2,6
942	943	2,1	4	17	4	0	0	0	0	0	7,0	2,4
943	944	3,6	7	17	4	0	0	0	0	0	6,2	1,5
944	945	4,1	8	12	2	0	0	0	0	0	6,6	1,6
945	946	2,6	5	22	5	0	0	0	0	0	6,4	1,6
946	947	1,9	3	24	5	0	0	0	0	0	6,9	1,9
947	948	2,6	5	22	5	0	0	0	0	0	6,4	1,6
948	949	2,3	4	19	4	2	2	0	0	0	6,1	2,1
949	950	1,9	3	16	3	4	4	0	0	0	5,8	2,6
950	951	2,0	3	13	3	2	2	0	0	0	6,6	2,7
951	952	2,4	5	14	3	4	4	0	0	0	5,3	2,4
952	953	2,1	4	18	4	4	4	0	0	0	5,3	2,3
953	954	2,4	5	23	5	4	4	0	0	0	4,8	1,7
954	955	2,2	4	22	5	4	4	0	0	0	5,0	1,9
955	956	1,9	3	24	5	0	0	0	0	0	6,9	1,9
956	957	1,8	3	26	6	0	0	0	0	0	6,6	1,8
957	958	1,8	3	21	5	2	2	0	0	0	6,0	2,3
958	959	1,7	2	14	3	2	2	0	0	0	6,9	2,9
959	960	2,0	3	6	1	0	0	0	0	0	8,4	3,0
960	961	1,7	2	11	2	0	0	0	0	0	8,4	3,0
961	962	2,2	4	10	2	0	0	0	0	0	7,7	2,7
962	963	2,0	3	9	1	0	0	0	0	0	8,4	2,9
963	964	2,4	5	8	1	0	0	0	0	0	7,8	2,6
964	965	1,7	2	8	1	0	0	0	0	0	8,8	3,2
965	966	2,2	4	13	3	0	0	0	0	0	7,3	2,6
966	967	2,5	5	13	3	0	0	0	0	0	7,0	2,4
967	968	2,3	4	15	3	0	0	0	0	0	7,3	2,4
968	969	1,5	2	11	2	0	0	0	0	0	8,4	3,2
969	970	1,6	2	16	3	0	0	0	0	0	7,9	2,8
970	971	1,8	3	16	3	0	0	0	0	0	7,6	2,7
971	972	1,7	2	28	6	0	0	0	0	0	6,8	1,7
972	973	2,2	4	20	4	0	0	0	0	0	7,0	2,1
973	974	1,8	3	19	4	2	2	0	0	0	6,3	2,5
974	975	2,1	4	16	3	2	2	0	0	0	6,4	2,4

6,9	2,3
-----	-----

I.E.		I.S.P.	
7 a 10	BUENO	0 a 1	MUY MALO
5 a 7	REGULAR	1 a 2	MALO
≤ 5	MALO	2 a 3	REGULAR
		3 a 4	BUENO
		4 a 5	MUY BUENO

Tabla 4.1 – Resultados de Evaluación (IE e ISP) – Fuente: DNV (2021)

Según los valores obtenidos, y siguiendo la tabla de clasificación, se concluye que:

Para el INDICE DE ESTADO:

**IE=6.9 → REGULAR**

Se estudia en éste caso, la conveniencia de realizar tareas de mantenimiento, y la construcción de una carpeta de refuerzo, como es el caso que se plantea como solución técnica.

Valores del IE	ESTADO
≤ 5	PAVIMENTO SUMAMENTE FALLADO que requiere atención en forma urgente.
5 - 7	ESTADO REGULAR, infiere estudiar la conveniencia de encarar tareas de mantenimiento y/o la próxima construcción de un refuerzo o de una mejora, de modo de evitar su rápida destrucción
7 - 10	ESTADO BUENO.

Para el INDICE DE SERVICIABILIDAD:

**ISP=2.3 → REGULAR**

Si nos situamos en la curva de deterioro presentada a continuación, se puede observar que el camino actualmente se encuentra en una etapa “CRITICA”, desde el punto de vista del confort del usuario.

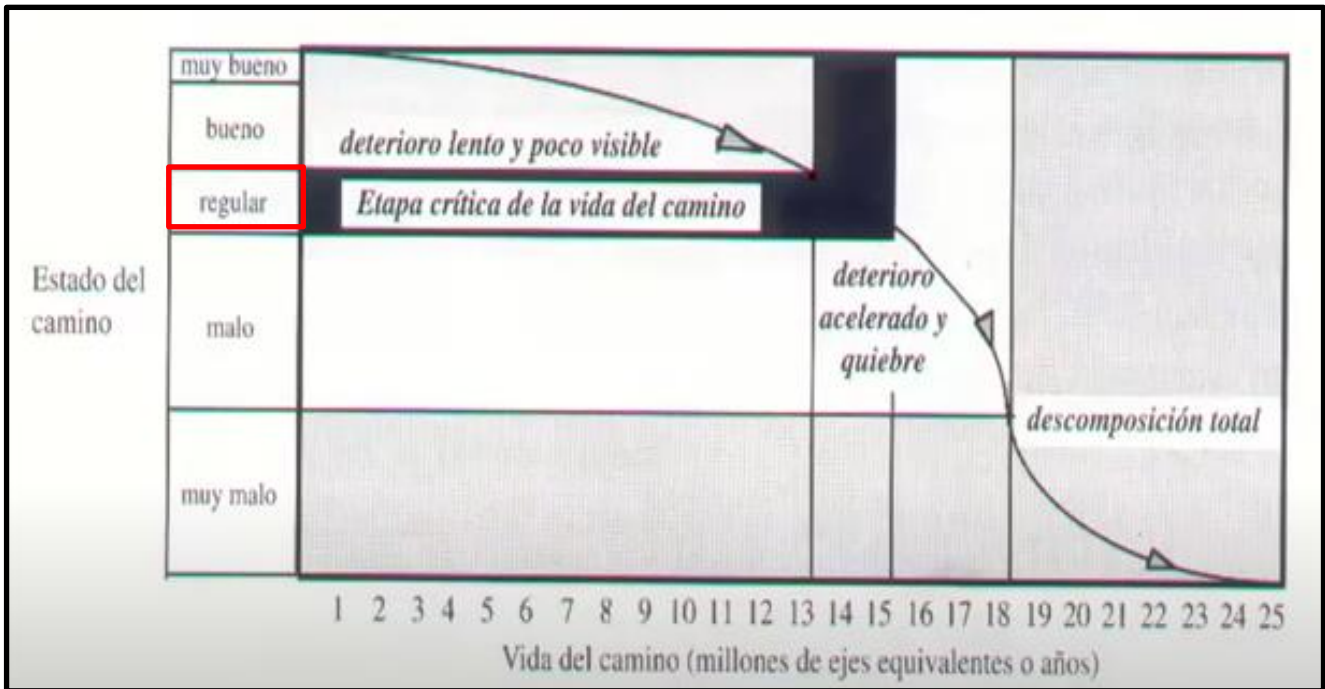
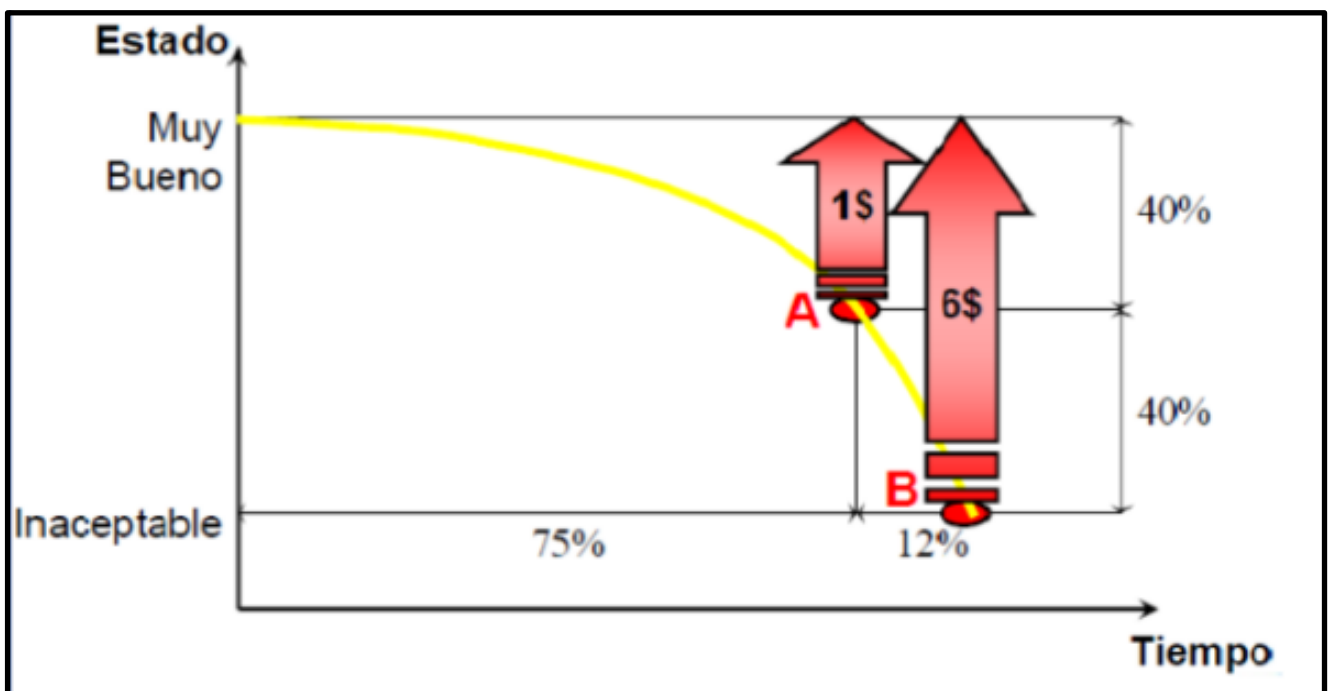


Tabla 4.2 – Esquema de Deterioro de pavimento en el tiempo – Schiessler 1992

Se observa en el siguiente gráfico, y relacionando con el anterior, se observa que actualmente la calzada se encuentra en un período donde el deterioro se acelera notoriamente. Con esto, en un corto periodo de tiempo, el costo de inversión para realizar los mismos trabajos planteados, podrían ser de hasta 6 veces más.



## CAPITULO 5: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.

### 5.1- Introducción.

Este anteproyecto implica la ejecución del refuerzo de una carpeta de C°A° del paquete estructural existente (Pavimento flexible) y el ensanche de la calzada, llevando la misma de 6.70 m a 7.30 m, además de la pavimentación de la banquina con un ancho de 1.80 m de cada lado.

### 5.2- Configuración del paquete estructural.

Debido a que los resultados obtenidos en las calicatas y los antecedentes (**CAPITULO 3**), presentan algunas diferencias entre sí, con lo que sería poco práctico, desde el punto de vista constructivo, realizar intervenciones en los distintos tramos, se propone un paquete estructural representativo para la totalidad del tramo en cuestión, con espesores mínimos encontrados en las calicatas y antecedentes de la obra original.

Se adopta para el cálculo del paquete de refuerzo, los siguientes espesores:

CAPA	ESPESOR (m)
C°A°	0.20
S°A°A°	0.10
TOSCA	0.18
S°S°	0.22

Tabla 5.1 - Configuración del paquete estructural - Fuente: Elaboración propia

### 5.3- Diseño del espesor de la carpeta de refuerzo.

Para el cálculo de la estructura del pavimento flexible, se seguirán las recomendaciones del **Método Empírico AASHTO '93**.

La ecuación de diseño a utilizar es la siguiente:

$$\text{Log } W18 = ZR \times So + 9.36 \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\text{Log } \Delta\text{PSI} / (4.2-1.5)}{0.40 + [1094 / (SN+1)^{5.19}]} + 2.32 \log MR - 8.07$$

Dónde:

W18: N° de aplicaciones de carga de 80KN.

So: Desvío Estándar de las variables.

ZR: Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de Gauss.

ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad prevista.

MR: Módulo Resiliente de la sub-rasante.

SN: Número Estructural. Siendo éste parámetro la incógnita.

Debido a la complejidad que implica la aplicación de la fórmula antes mencionada, para simplificar los cálculos, se utilizará un programa computacional (Apartado 5.4) para la determinación del Número Estructural necesario SN<sub>nec</sub>.

Se determinan a continuación, los parámetros de cálculo:

### **5.3.1- Número de ejes equivalentes.**

Para el diseño del paquete estructural se considera el efecto destructivo de las pasadas de ejes equivalentes de 18000 libras (8.2 tn) que van a circular por el camino durante toda la vida útil.

Para la estimación del número de **ejes equivalentes** se utilizaron los coeficientes de efecto destructivo de la Dirección Nacional de Vialidad, correspondientes a ejes de 10 t, para cada configuración vehicular, con estos valores se determinará el llamado Factor Camión (FC), luego para convertir a ejes equivalentes de 8,2 t se aplicará un factor de conversión igual a 2,2.

Este parámetro también depende de la composición del tránsito, del TMDA inicial y final, de la vida útil adoptada, la tasa de crecimiento anual, entre otros.

Para la determinación del número de ejes equivalentes se utiliza la siguiente planilla de cálculo, brindada por la **Cátedra de Vías de Comunicación I**.

<b>CALCULO DE N</b>					
<b>EJES EQUIVALENTES DE 10 Ton y 18.000 Lbs</b>					
RUTA NAC N° :		12	PROVINCIA		CORRIENTES
TRAMO :		PK 940	PK 974		
SECCÓN :					
TIPO DE VEHICULO	DISTRIBUCION DE EJES	Nº DE EJES ( 1 )	% DE CADA TIPO DE VEHICULOS ( 2 )	FACTOR "C" ( 3 )	( 1 ) * ( 2 ) * ( 3 ) / 100
Automoviles	1.1	2	68.40	0.010	0.014
Jeeps					
Camionetas					
Omnibus	1.1	2	1.40	0.070	0.00196
CAMIONES SIN	1.1	2	7.03	0.600	0.084
ACOPLADOS	1.2	3	0.00	0.380	0
CAMIONES CON	1.1- 1.1	4	0.00	0.600	0.000
	1.1 - 1.2	5	7.08	0.390	0.138
ACOPLADOS	1.2 - 1.1	5	0.00	0.470	0.000
	1.2 - 1.2	6	0.00	0.320	0
SEMI REMOLQUES	1.1.1	3	0.00	0.540	0.000
	1.1.2	4	0.00	0.450	0.000
	1.1.3	5	16.10	0.410	0.330
	1.2.2.	5	0.00	0.350	0
			<b>100</b>	Fe =	<b>0.5681</b>
VIDA UTIL EN AÑOS =	<b>10</b>		TMDA inicial 2023 =	<b>4491</b>	
ÚLTIMO AÑO DEL TMDA CONOCIDO =	<b>2021</b>		TMDA 2023 * ( a )		
TMDA CONOCIDO =	<b>4233</b>		Coficiente ( b )	<b>1.34392</b>	
			Factor de crecimiento en la vida útil		
AÑO DE INAUGURACIÓN =	<b>2023</b>		TMDA Final ( TMDA inicial * ( b )	<b>6035</b>	
Nº de Años para determinar el coef. ( a ) Año de inauguración - Año TMDA conocido	<b>2</b>				
Coficiente ( a ) Crecimiento para el año de inauguración	<b>1.0609</b>		Factor por número de trochas ( Fn )	<b>1</b>	
TASA DE CRECIMIENTO =	<b>0.03</b>		Nº DE EJES EQUIVALENTES 80 KN ( 8,2 Toneladas )		
<b><math>N = 0,50 * [ (TMDA Final + TMDA Inicial) / 2 ] * 365 * Fe * Fn * 2,2 * vida \acute{u}til</math></b>					<b>1.20E+07</b>
ESTE SERIA EL CALCULO CORRECTO, MEJORANDO LOS DATOS DEL TRANSITO					
Y ESTE SERÍA EL CALCULO CORRECTO DEL Nº DE EJES EQUIVALENTES					

Tabla 5.2 – Números de ejes equivalentes – Fuente: Cátedra de Vías de Comunicación I

El Número de Ejes Equivalentes para un período de diseño de 10 años es:

**EE= 12.000.000 ESALs**

### 5.3.2- Desvío estándar de las variables.

De acuerdo a la precisión que se tenga en la predicción del tránsito de diseño se adoptará el desvío estándar para tener en cuenta la dispersión y la incertidumbre de esta variable. Debido a que en el tramo en estudio existen estaciones de censo permanentes, además de los censos de cobertura realizados, y la presencia de peajes, nos brinda mucha información en relación al tránsito, por lo que podemos afirmar que se tendría precisión en la predicción del tránsito. Del siguiente cuadro, se adopta:

$$S_o = 0.49$$

Condición de diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,34 (pav. rígidos)
	0,44 (pav. flexibles)
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0,39 (pav. rígidos)
	0,49 (pav. flexibles)

Tabla 5.3 – Niveles de (So) aconsejados por AASHTO

### 5.3.3- Confiabilidad.

La selección del nivel apropiado de confiabilidad está dictada por el uso esperado de ese pavimento.

Este tramo de camino, es una arteria altamente transitada, por lo que se adopta del siguiente cuadro:

$$R = 85\%$$

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99,9	80-99,9
Arterias Principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Tabla 5.4 – Niveles de R (%) aconsejados por AASHTO

### 5.3.4- Pérdida de serviciabilidad.

Los valores recomendados por AASTHO para pavimentos flexibles son:

$$P_o = 4,2$$

$$P_t = 2,5 \text{ para caminos muy importantes}$$

$$P_t = 2,0 \text{ para caminos de bajo tránsito}$$

La serviciabilidad final  $P_t$  para éste caso será de 2.5 debido a la importancia del camino.

$$\Delta P.S.I. = P_o - P_t = 4,2 - 2,5 = 1,7 \rightarrow \Delta P.S.I. = 1.7$$

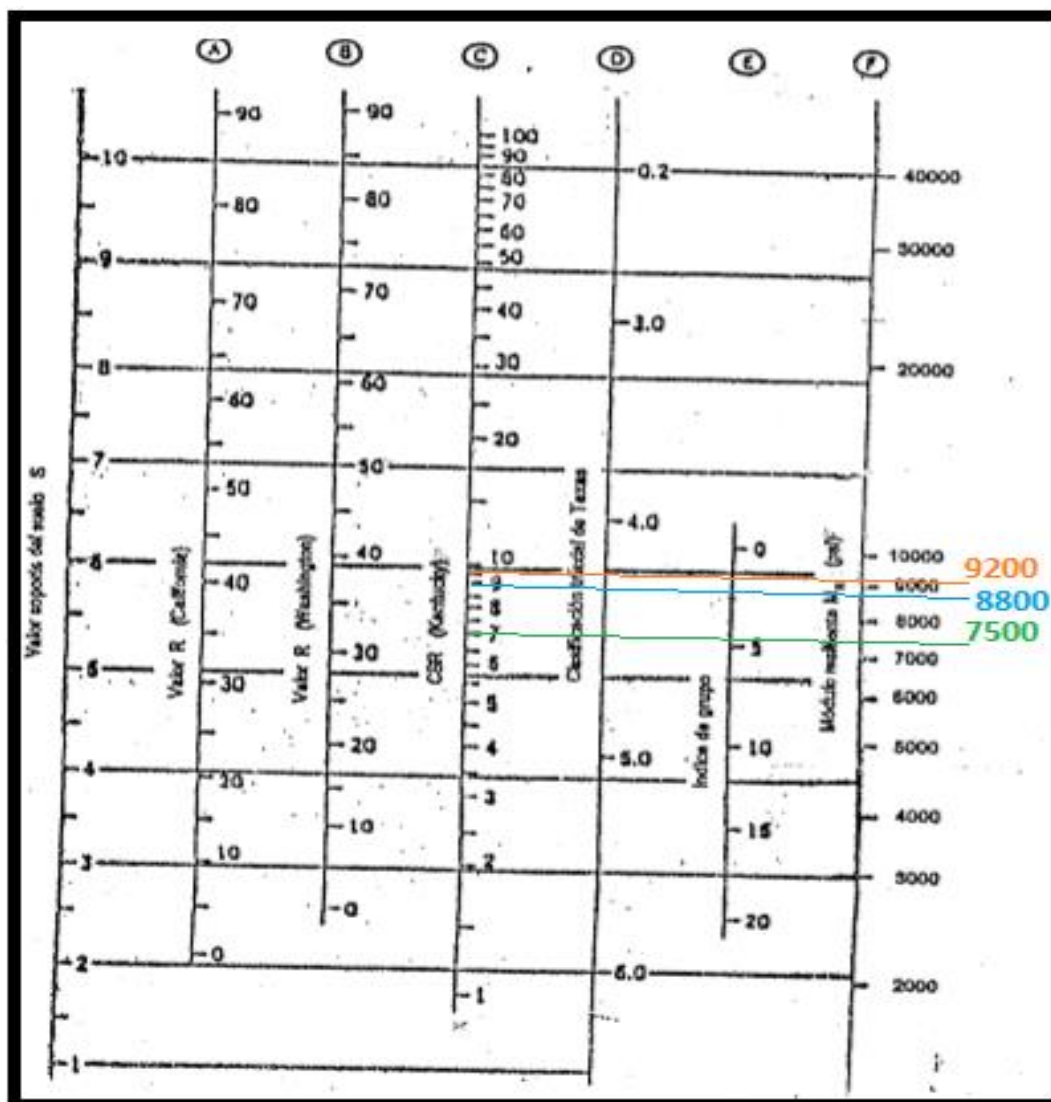
### 5.3.5- Módulo resiliente de la subrasante.

En la siguiente tabla se observan los datos obtenidos de los sondeos, de los cuales se utilizará el VSR para la determinación del Módulo Resiliente MR.

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE PERFORACIONES														
PROFUND.		ESPESOR	CARACTERISTICAS FISICAS							CLASIFIC H.R.B.	HUMEDAD MEDIDA	CORRELACION VSR-DCP		
DE	A		LL	LP	PASA TAMIZ				D.N.			V.S.R. CERUTTI	V.S.R. AASHTO	
m	m				m	%	%	%						%
<b>SONDEO</b>		<b>1</b>												
<b>R.N. Nº:</b>		<b>12</b>	<b>PROG.:</b> 942+000					<b>CARRIL:</b> DESCENDENTE						
0.000	0.080	0.080	CONCRETO ASFALTICO											
0.080	0.160	0.080	CONCRETO ASFALTICO											
0.200	0.400	0.200	BASE NEGRA											
0.400	0.500	0.100	ESTABILIZADO GRANULAR											
0.400	0.500	0.100	SUELO SELECCIONADO											
0.580	1.100	0.520	26.2	22.6	100.0	98.8	94.6	78.1	A-4 (2)				9.5	
<b>SONDEO</b>		<b>2</b>												
<b>R.N. Nº:</b>		<b>12</b>	<b>PROG.:</b> 952+000					<b>CARRIL:</b> ASCENDENTE						
0.000	0.070	0.070	CONCRETO ASFALTICO											
0.070	0.370	0.300	BASE NEGRA											
0.370	0.620	0.250	SUELO SELECCIONADO											
0.620	1.100	0.480	28.0	16.3	99.5	99	95.0	78.0	A-6 (7)				7	
<b>SONDEO</b>		<b>3</b>												
<b>R.N. Nº:</b>		<b>12</b>	<b>PROG.:</b> 962+000					<b>CARRIL:</b> DESCENDENTE						
0.000	0.060	0.060	CONCRETO ASFALTICO											
0.060	0.160	0.100	BASE NEGRA											
0.160	0.260	0.100	BASE ARENA-ASFALTO											
0.260	0.360	0.100	ESTABILIZADO GRANULAR											
0.360	0.510	0.150	SUELO SELECCIONADO											
0.510	1.000	0.490	29.0	18.8	99.0	98.0	94.5	77.0	A-6 (6)				7	
<b>SONDEO</b>		<b>4</b>												
<b>R.N. Nº:</b>		<b>12</b>	<b>PROG.:</b> 972+000					<b>CARRIL:</b> ASCENDENTE						
0.000	0.080	0.080	CONCRETO ASFALTICO											
0.080	0.300	0.220	BASE NEGRA											
0.300	0.400	0.100	SUELO CAL											
0.400	0.920	0.520	23.6	17.9	99.5	87.5	70.0	56.5	A-4 (1)				9	

Tabla 5.5 – VSR - Fuente: Caminos del Paraná SA

Utilizando el ábaco del **Manual de Diseño AASHTO**.



Figuras 5.6 – MR – Fuente: Manual AASHTO

SUELO	TRAMO		CBR	MR	
	Del Km	Al Km	%	psi	Mpa
A-4 (2)	940	948	9.5	9200	63.4
A-6 (7)	948	958	7	7500	51.7
A-6 (6)	958	968	7	7500	51.7
A-4 (1)	968	974	9	8800	60.7

Tabla 5.7 - Fuente: Elaboración Propia

Debido a que se cuenta con un programa de cuatro (4) calicatas realizadas, para el diseño, tanto de la carpeta refuerzo de la calzada principal, el ensanche de la misma y la pavimentación de la banquina, se considerará como hipótesis de que el menor valor soporte encontrado en las mismas, corresponderá a la totalidad del tramo. De ésta manera a la hora del cálculo estamos del lado de la seguridad.

#### 5.4- Cálculo del número estructural necesario (SNnec).

El menor valor soporte encontrado, por lo tanto, el menor MR, corresponden a los tramos 2 y 3, con el cual se diseñará el espesor.

Aplicando un programa computacional, cargando los parámetros anteriormente obtenidos se obtiene el SN necesario.

**SNnec=4.98**

#### 5.5- Cálculo del número estructural efectivo (SNef).

El número estructural del paquete que forma el pavimento es un número adimensional y que se expresa como la sumatoria de los números estructurales de cada capa individual, a la cual se le asigna un **coeficiente de aporte "a"**, según el tipo de material y su posición, expresado en 1/pulgadas, que se multiplica por el **espesor de la capa correspondiente "D"**, en pulgadas y por un **coeficiente denominado "m"** que tiene en cuenta la **capacidad de drenaje que tiene la capa no asfáltica**. La expresión general del número estructural es:

$$SNef = \sum a_i \cdot m_i \cdot D_i$$

5.5.1- Coeficientes de aporte “a”.

SECCION 2 (Km 948-Km 955)

De la evaluación visual se calculan los siguientes parámetros promedio para la utilización de la tabla 1.11 del manual de AASHTO 93, con el criterio de que las fisuras Tipo 2 (Térmicas) se consideran como “fisuras transversales” y las del Tipo 4 o más (fatiga) sumados los baches como superficie de fisuras, “piel de cocodrilo”.

Tabla 11.1  
Valores sugeridos del coeficiente estructural para capas de pavimentos deteriorados

Material	Condición de superficie	Coeficiente (pulg <sup>-1</sup> )
Concreto asfáltico	Muy poca piel de cocodrilo y/o fisuras transversales de baja severidad	0,35-0,40
	<10% de piel de cocodrilo de baja severidad y/o <5% de fisuras transversales de media y alta severidad	0,25-0,35
	>10% de piel de cocodrilo de baja severidad y/o <10% de piel de cocodrilo de severidad media y/o 5-10% de fisuras transversales de media y alta severidad	0,20-0,30 <b>Adopto=0.25/pulg</b>
	>10% de piel de cocodrilo de severidad media y/o <10% de piel de cocodrilo de alta severidad y/o >10% de fisuras transversales de media y alta severidad	0,14-0,20
	>10% de piel de cocodrilo de alta severidad y/o >10% de fisuras transversales de alta severidad	0,20-0,35
Base estabilizada	Muy poca piel de cocodrilo y/o fisuras transversales de baja severidad	0,20-0,35
	<10% de piel de cocodrilo de baja severidad y/o <5% de fisuras transversales de media y alta severidad	0,15-0,25
	>10% de piel de cocodrilo de baja severidad y/o <10% de piel de cocodrilo de severidad media y/o 5-10% de fisuras transversales de media y alta severidad	0,15-0,20 <b>Adopto=0.15/pulg</b>
	>10% de piel de cocodrilo de severidad media y/o <10% de piel de cocodrilo de alta severidad y/o >10% de fisuras transversales de media y alta severidad	0,10-0,20
	>10% de piel de cocodrilo de alta severidad y/o >10% de fisuras transversales de alta severidad	0,08-0,15
Base o sub base granular	Sin evidencia de bombeo, degradación o contaminación por finos	0,10-0,14
	Alguna evidencia de bombeo, degradación o contaminación por finos	0,00-0,10

Tabla 5.8 - Fuente: Manual AASHTO

Para las capas de Tosca y suelo seleccionado se considera el mismo CBR, de acuerdo a los valores obtenidos para la calicata del kilómetro 952,00, se adopta un **Valor soporte de Diseño de 20%**.

DETERMINACIÓN DEL VALOR SOPORTE E HINCHAMIENTO DE LOS SUELOS																										
LL	L.P.	I.P.	H.R.	DENSIDAD TERRAPLEN	COMPACTACIÓN							HUMEDADES														
20,4	15,2	5,2	A-2-4(0)	UMEDAD	Nº Molde	Peso Suelo Seco	Peso M+S+A +	Peso Molde	Peso Suelo Húmedo	Profund.	Altura	Volumen	Densidad Humeda	Densidad Seca	De Compactación			De Embebimiento								
PESO TOTAL				1000	%LÍMITES Y ESPECIFICACIONES											Nº de Golpes			Nº de Golpes							
1 1/2"				100	6	3731	10788	6580	4208	6,13	11,57	2125	1,98	1,76	12	25	56	12	25	56						
1"				100	8	3801	10797	6510	4287	6,13	11,66	2115	2,03	1,80	6	8	10	6	8	10						
3/4"				100	10	3949	10979	6525	4454	6,13	11,69	2117	2,10	1,87	300,00	300	300	300	300	300						
3/8"				100	Hinchamiento		1º Día		2º Día		3º Día		4º Día		Hinch. %		SOBRECARGAS			Pesafiltro + S.S.						
4				0	Molde Nº	1º Día		2º Día		3º Día		4º Día		Hinch. %		100 Libras			100 Libras							
10				1000	6	0,03	0,06	0,08	0,11	0,10	ARO DE		1000	Kg.				Pesafiltro + S.H.								
40				5	8	0,03	0,05	0,07	0,08	0,07	FACTO		3,21	Kg/d				Pesafiltro								
200				995	10	0,02	0,04	0,05	0,07	0,06	R							Pesafiltro								
				27	Material																					
				968	SUELO SELECCIONADO - Km 952,00 Ascendente - 0,37 mts al																					
				756	0,62 mts - CALICATA																					
				212																						
												V.S.			21,00%											
PENETRACIÓN												0,63	1,27	1,90	2,54	3,17	3,81	4,44	5,08	7,62	10,16	12,70	V.S.			
"Standard" Kg/cm <sup>2</sup>												-	-	-	70	-	-	-	105	133	161	183				
12 GOLPES												Lectura Dial	14	25	37	49	-	-	-	65	77	83	90			
												Carga Total	44,9	80	118,77	157,29	-	-	-	209	247	266	289			
												Carga Total / 19,35cm <sup>2</sup>	2,3	4,1	6,1	8,1	-	-	-	10,8	12,8	13,8	14,9			
												Presión Corregida														
												% "Standard"				11,6				10,3						
25 GOLPES												Lectura Dial	17	35	55	70	-	-	-	101	114	128	137			
												Carga Total	55	112	177	225	-	-	-	324	366	411	440			
												Carga Total / 19,35cm <sup>2</sup>	2,8	5,8	9,1	11,6	-	-	-	16,8	18,9	21,2	22,7			
												Presión Corregida														
												% "Standard"				16,6	-	-	-	16,0						
56 GOLPES												Lectura Dial	19	44	71	90	-	-	-	133	148	159	173			
												Carga Total	61	141	228	289	-	-	-	427	475	510	555			
												Carga Total / 19,35cm <sup>2</sup>	3,2	7,3	11,8	14,9	-	-	-	22,1	24,6	26,4	28,7			
												Presión Corregida														
												% "Standard"				21,3	-	-	-	21,0						
Laboratorista												Representante Técnico						oct-17			FECHA					

Tabla 5.9 - Resultados de ensayo de penetración dinámica - Fuente: Caminos del Paraná SA

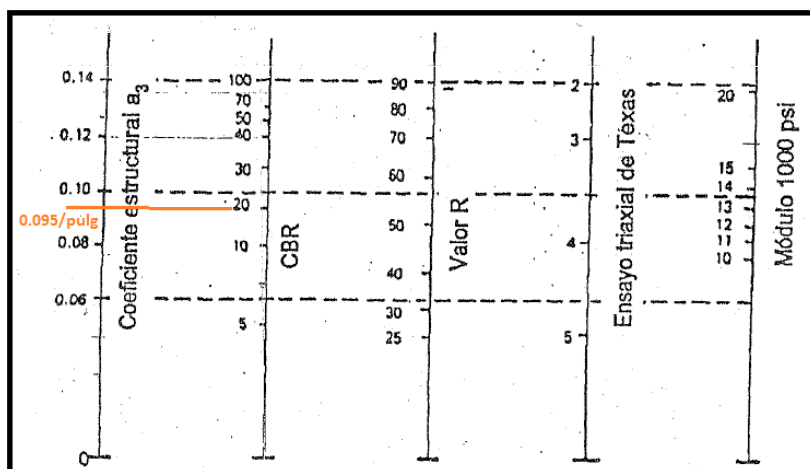


Figura 5.10 – Manual de AASHTO 93

Concreto Asfáltico: C°A° ..... →  $a_1 = 0.25/\text{pulg} = 0.098/\text{cm}$   
 Suelo Arena Asfalto: S°A°A° ..... →  $a_2 = 0.15/\text{pulg} = 0.059/\text{cm}$   
 Tosca: TOSCA ..... →  $a_3 = 0.095/\text{pulg} = 0.037/\text{cm}$   
 Suelo Seleccionado: S°S° ..... →  $a_4 = 0.095/\text{pulg} = 0.037/\text{cm}$

### 5.5.2- Coeficientes de drenaje “m”.

Para este anteproyecto se adoptará para las capas no ligadas una calidad de drenaje “bueno” por tratarse de suelos granulares finos y tosca, **con más del 25%** del tiempo expuesto a humedades de saturación.

Con la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo expuesto, se elige el coeficiente de la **Tabla 6.2**.

**Tabla 6-1**  
**Tiempos de drenaje para capas granulares**

Calidad del Drenaje	50% saturación	85% saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	de 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	mayor de 15 horas

Fuente: Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1,993

**a) Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles ( $m_x$ )**

La calidad del drenaje es expresado en la fórmula del número estructural, por medio del coeficiente de drenaje ( $m_x$ ), que toma en cuenta las capas no ligadas.

**Tabla 6-2**  
**Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles ( $m_x$ )**

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1,993

**b) Coeficientes de drenaje para pavimentos rígidos ( $C_d$ )**

En el diseño de pavimentos rígidos se utilizan los coeficientes de drenaje ( $C_d$ ), según tabla 6-3, los cuales ajustan la ecuación de diseño que considera la resistencia de la losa, las tensiones y las condiciones de soporte.

Tabla 5.11 –Tiempos de drenaje para capas granulares – Fuente: Manual de AASHTO 93

Se adopta  $m=1$

Aplicando la fórmula  $SN = \sum a_i \cdot m_i \cdot D_i$ , se tiene:

El  $S_{Neff}$  que se obtiene a continuación corresponde al actual.

CAPA	$a_i$ (1/cm)	$D_i$ (cm)	$m_i$	SN
REF. CºAº			1	0
CºAº	0,098	20	1	1,96
SºAºAº	0,059	10	1	0,59
TOSCA	0,037	18	1	0,666
SºSº	0,037	22	1	0,814
				<b>4,03</b>

Tabla 5.12 - SN existente - Fuente: Elaboración propia

## $S_{Neff}=4.03 < NS_{nec}=4.98$ **MALAS CONDICIONES**

Se llega a la conclusión de que, actualmente, el  $S_{Neff}$  no satisface el  $NS_{nec}$ , correspondiente a los requerimientos de proyecto. Por lo que se debe diseñar un espesor de la capa de refuerzo de tal manera de cubrir el  $NS_{nec}$ .

### 5.6- Cálculo del refuerzo de la carpeta de CºAº.

Para Refuerzo de CONCRETO ASFALTICO (1.000 kg = 2.200 lbs – Estabilidad Marshall), se obtiene  $a=0.44/pulg$

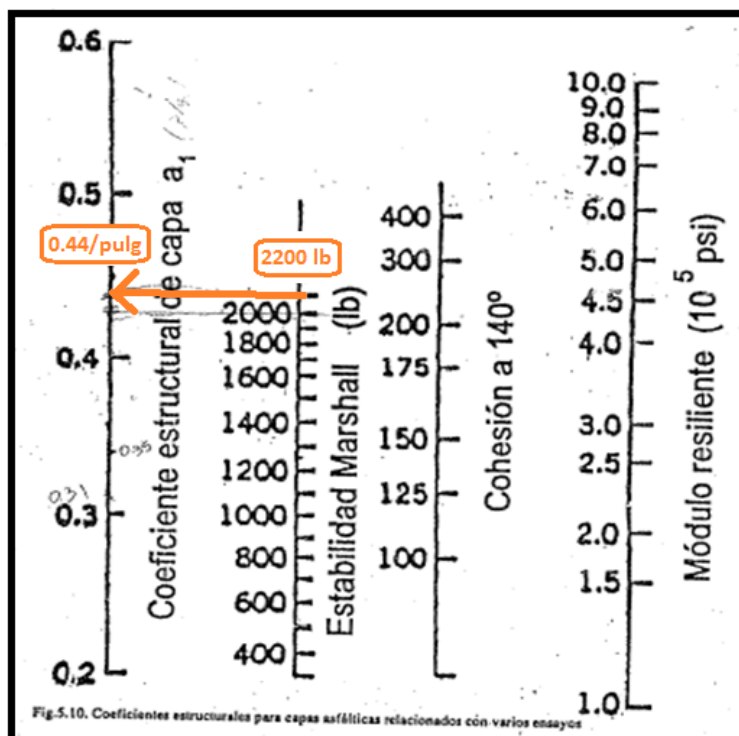


Figura 5.13 - Fuente: Manual AASHTO

Haciendo varios tanteos en una planilla de cálculo, se adopta un **espesor de refuerzo de 6 cm de CºAº** para todos los tramos.

CAPA	ai (1/cm)	Di (cm)	mi	SN
REF. CºAº	0,17	6	1	1,02
CºAº	0,098	20	1	1,96
SºAºAº	0,059	10	1	0,59
TOSCA	0,037	18	1	0,666
SºSº	0,037	22	1	0,814
				<b>5,05</b>

Tabla 5.23 - SN existente - Fuente: Elaboración propia

**S<sub>N</sub>eff=5.05 > N<sub>S</sub>nec=4.98 BUENAS CONDICIONES**

### 5.7- Ensanche de Calzada.

A fin de que el sector comprendido por esta obra tenga la configuración de RUTA SEGURA, y teniendo en cuenta que el ancho existente de la calzada es 6,70m, se propone ejecutar un ensanche de la misma, llevando el ancho final a 7.30 m, elevando así la categoría de la Ruta.

El criterio a utilizar para definir la estructura del ensanche es simplificar su construcción adoptando un paquete estructural único para todo el proyecto.

El Módulo Resiliente para la sub-rasante a considerar, se calcula a partir de la hipótesis de considerar un VS = 7% para todo el tramo, que es el correspondiente al menor valor encontrado en las calicatas, de ésta manera se está del lado de la seguridad.

Ecuación AASHTO 93

### CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento:  
 Pavimento flexible     Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):  
 85 %  $Z_r = -1.037$     So = 0.49

Serviciabilidad inicial y final:  
 PSI inicial = 4.2    PSI final = 2.5

Módulo resiliente de la subrasante:  
 Mr = 7500 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)    Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)    Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:  
 Calcular SN     $W_{18} = 12000000$   
 Calcular  $W_{18}$

Número Estructural:  
 SN = 4.98

Observaciones:

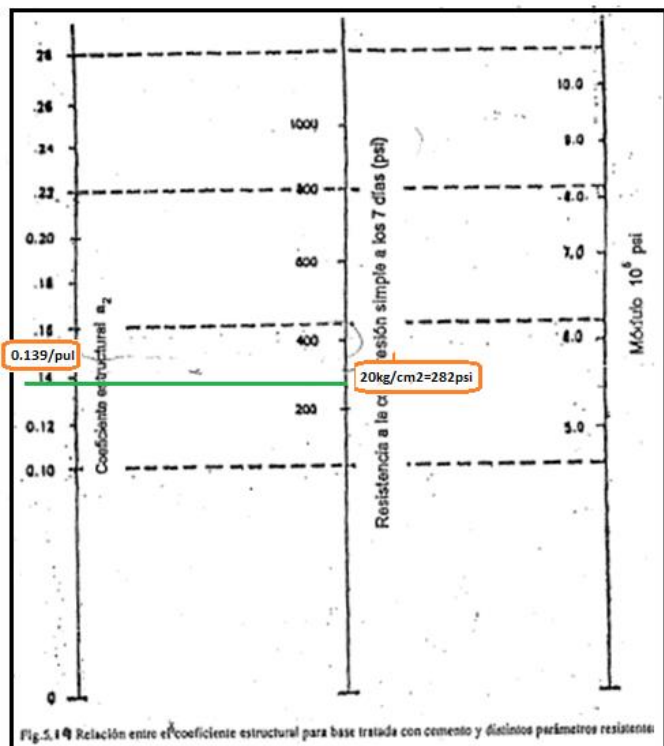
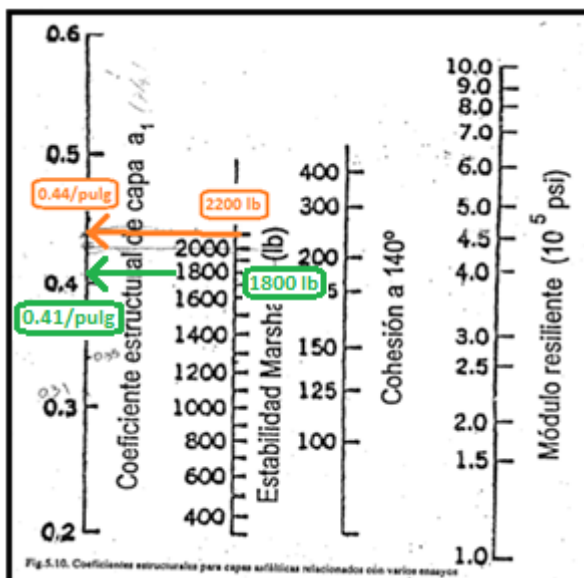


Figura 5.24 - Fuente: Manual AASHTO

Se adopta una estructura para todo el tramo en estudio:

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO (1.000 kg = 2.200 lbs):  $a_1 = 0.44/\text{pulg} = 0,17/\text{cm}$

BASE DE CONCRETO ASFALTICO (1.000 kg = 1.800 lbs):  $a_2 = 0.41/\text{pulg} = 0,16/\text{cm}$

BASE DE CONCRETO ASFALTICO (1.000 kg = 1.800 lbs):  $a_3 = 0.41/\text{pulg} = 0,16/\text{cm}$

BASE DE ARENA-CEMENTO ( $f_c = 20 \text{ kg/cm}^2$  a 7 días = 285 psi):  $a_4 = 0.139/\text{pulg} = 0,055/\text{cm}$

CAPA	ai (1/cm)	Di (cm)	mi	SN
REF. C°A°	-	-	-	-
CARPETA C°A°	0.17	6	1	1.02
BASE C°A°	0.16	8	1	1.28
BASE C°A°	0.16	10	1	1.6
BASE A°C°	0.055	20	1	1.1
				<b>5</b>

Tabla 5.25 - SN efectivo – Fuente: Elaboración propia

**S<sub>Neff</sub>=5.00 > S<sub>Nnec</sub>=4.98 BUENAS CONDICIONES**

#### ESPEORES ADOPTADOS:

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO →  $e_1=6\text{cm}$

BASE DE CONCRETO ASFALTICO →  $e_2=8\text{cm}$

BASE DE CONCRETO ASFALTICO →  $e_3=10\text{cm}$

BASE DE ARENA-CEMENTO →  $e_4=20\text{cm}$

#### 5.8- Banquina Pavimentada.

Se propone la ejecución de banquetas pavimentadas, en un ancho de 1.80m, de acuerdo con la siguiente estructura, por encima del suelo de sub-rasante compactado. Se adopta para la sub-rasante un valor de Módulo Resiliente correspondiente a un VS = 7%.

Se adopta una estructura para todo el tramo en estudio:

- **Sub-base de suelo seccionado;** VSR >15% en **15cm de espesor y 3.00m de ancho.**
- **Base de Estabilizado Granular** (c/3% de cemento); VSR>100% en **0.20m de espesor y 2.00m de ancho.**
- **Carpeta de concreto asfáltico** en **0.06m** de espesor y **1.80m de ancho.**

Para el Cálculo del Número Estructural Necesario se consideran 250.000 ESALs que van a circular por la banquina durante su vida útil (10 años). (2 al 5 % del ESALs).

Para calcular el S<sub>Nnec</sub>, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros.

N=250.000 ESALs (Aprox. 2% de EE=12.000.000 ESALs)

PSI inicial = 4,2

PSI final = 2 (Transito muy bajo)

Confiabilidad R (%) = 70 (camino de bajo tránsito)

Vida útil = 10 años.

So = 0.45 (No existen registros de vehículos que circulan por banquina)

Mr = 7500 psi.

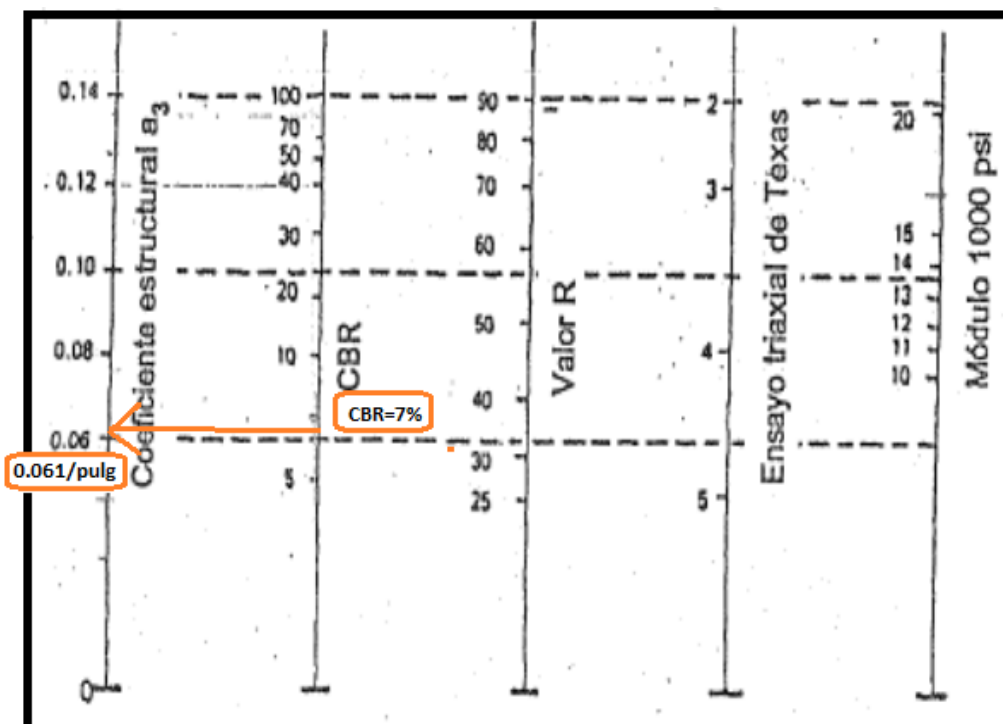


Figura 5.26 – Fuente: Manual AASHTO

Base de Estabilizado Granular: 0.061/pulg=0.024/cm

CAPA	ai (1/cm)	Di (cm)	mi	SN
REF. C°A°	-	-	-	-
C°A°	0,17	6	1	1,02
EST. GRANULAR	0,061	20	1	1,22
S°S°	0,037	15	1	0,555
S°S°	-	-	-	-
				2,795

Tabla 5.27 - SN efectivo – Fuente: Elaboración propia

## **S<sub>Neff</sub>=2.79 > S<sub>Nec</sub>=2.39 BUENAS CONDICIONES**

Las banquetas pavimentadas se implementarán en lugares donde se cuente con espacio físico para materializarlos. Esto no es posible en los tramos donde se encuentran los puentes de los arroyos que atraviesan el tramo estudiado.

Como se está trabajando a nivel de anteproyecto, solo se dejará plasmada una solución técnica que se considera adecuada para tal fin, debido a que la misma requiere de otro estudio de ingeniería.

Se deja como sugerencia la construcción de un puente de estructura metálica adecuada solo para vehículos de menor porte (Bicicletas, motocicletas, peatones) que será soportada por una estructura de hormigón armado.

Esta estructura puede ser totalmente independiente a la del puente carretero existente, de manera tal de no afectar su integridad, o vincularla a la misma a través de un sistema en voladizo, lo que implica un análisis estructural para verificar si es apta para soportar las cargas que se adicionarían.

**CUADRO RESUMEN DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO PROPUESTO**

Diseño de la Calzada Principal		Ensanche de Calzada		Banquina Pavimentada	
CAPA	Espesores (cm)	CAPA	Espesores (cm)	CAPA	Espesores (cm)
REF. C°A°	6	CARPETA C°A°	6	C°A°	6
C°A°	20	BASE C°A°	8	EST. GRANULAR	20
S°A°A°	10	BASE C°A°	10	S°S°	15
TOSCA	18	BASE A°C°	20		
S°S°	22				

Tabla 5.28 - Cuadro resumen de pavimento propuesto – Fuente: Elaboración propia

Como conclusión, se adopta un refuerzo de la **carpeta asfáltica de 0.06 m**, tanto para el refuerzo de la calzada principal, el ensanche de calzada y la banquina, para que la estructura del pavimento cumpla de manera eficiente la vida útil propuesta.

### 5.9- Sección transversal del paquete estructural.

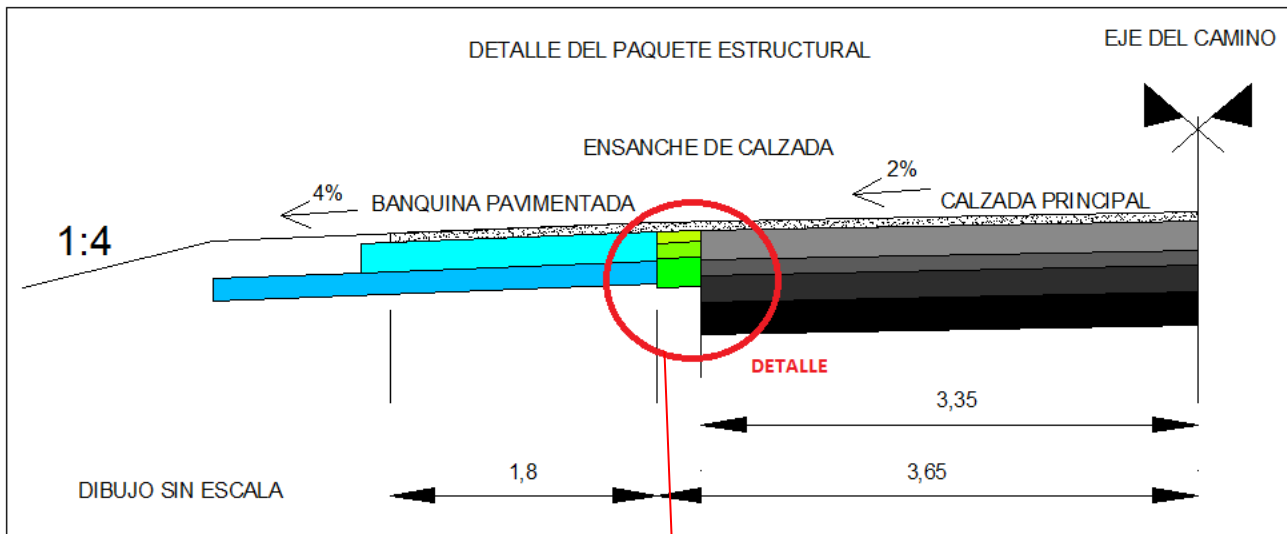


Figura 5.29 - Sección transversal del paquete estructural – Fuente: Elaboración propia

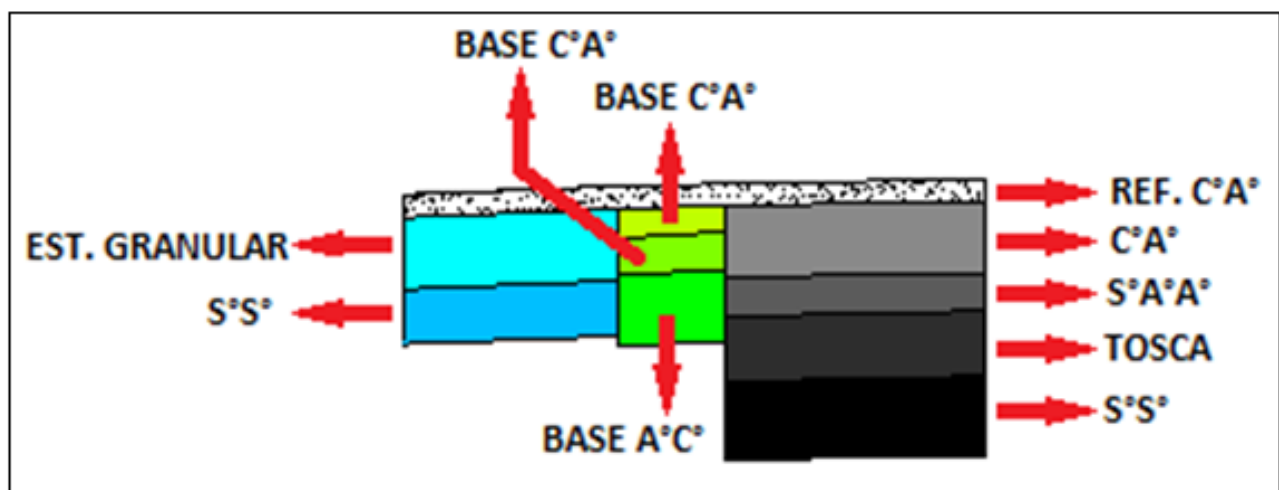


Figura 5.30 - Detalle del paquete estructural – Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que, a la hora de la determinación del SN existente, deberá contemplarse el descuento del espesor de la carpeta de rodamiento producto de las tareas de fresado.

## CAPITULO 6: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.

### 6.1- Introducción

En terrenos de poca pendiente, el terraplén de una carretera constituye un elemento artificial que funciona como una barrera del curso natural del agua que escurre sobre la superficie del terreno, principalmente de aquella que se desarrolla en forma de mantos o de láminas.

La falta de una adecuación hidráulica actualizada de la vía de comunicación, como consecuencia fundamentalmente de los cambios de usos de suelo en las áreas de aporte respecto a las condiciones de diseño, conducen al aumento de los tiempos de permanencia de los excesos superficiales, y que en zonas de llanura se traducen en importantes superficies inundadas.

En efecto, el embalsamiento aguas arriba del terraplén o “efecto dique” provocado en tales condiciones no solo impacta negativamente sobre la obra vial, comprometiendo su integridad y pudiendo condicionar el servicio, sino que también ocasiona cuantiosas pérdidas para el sector productivo como consecuencia de las enormes áreas anegadas, y que en un país agropecuario como Argentina el daño se ve magnificado.

“La magnitud de los daños en las vías de comunicación no debe evaluarse tanto por los costos de la infraestructura destruida, sino por los efectos sobre la economía general. El corte de una vía de comunicación puede significar alargamientos significativos en las distancias de transporte, pérdidas en las mercaderías perecederas, imposibilidad de evacuar personas y bienes incluyendo el ganado; aumento en los tiempos de comercialización, etc.” (POPOLIZIO, E. et al., UNNE – 1979).

El presente capítulo tiene por objetivo valorar el estado general del sistema de drenaje del tramo de ruta en estudio de manera de proyectar las obras y/o tareas de mantenimiento que son requeridas para su correcto funcionamiento y conservación a lo largo del tiempo.

Para alcanzar dicho objetivo resulta necesario realizar los estudios hidrológicos que nos permitirán, en una primera instancia, cuantificar las avenidas máximas que deberán ser evacuadas por el sistema, y posteriormente, realizar los estudios hidráulicos necesarios para verificar si las obras de infraestructura existentes son suficientes y se encuentran en condiciones de satisfacer dichos requerimientos con eficiencia.

### 6.2- Descripción del sistema

Las características hidrológicas de una región están determinadas fundamentalmente por su clima, geología, topografía y su vegetación, las que se ven modificadas en gran medida por el desarrollo antrópico afectando su dinámica natural.

El tramo de camino en estudio se emplaza en el sector noroeste de la provincia, cuya área de influencia, pertenece a la región de los arroyos Ambrosio, San Lorenzo, Empedrado y arroyos menores que aportan al río Paraná, los cuales forman parte del Sistema Hídrico Noroccidental, según lo define el *Mapa de los Recursos Hídricos Superficiales de la Provincia de Corrientes* (ICAA – 2008).



Figura 6.1 – Sistemas hídricos de la Provincia de Corrientes – Fuente: ICAA.

El camino desarrolla en la dirección norte-sur, atravesando una región hídrica compuesta por cuatro cuencas superficiales que constituyen las áreas de aportes de los arroyos Gonzalez, Pegujó, San Lorenzo y Ambrosio, respectivamente.

Mediante la interpretación de imágenes satelitales de distintos periodos, se determina que esta región, en líneas generales, adquiere una tipología semejante a la de un sistema fluvial, con la presencia de arroyos y pequeños cauces, y con un bajo grado de almacenamiento en depresiones. Sin embargo, la cuenca del A. Gonzalez se caracteriza por presentar vastas zonas de esteros y bañados con un predominio del escurrimiento de tipo laminar.

En periodos de precipitaciones normales, dicha cuenca retiene agua en depresiones que ocupan relativamente pequeñas áreas; los movimientos de aguas superficiales son lentos y poco significativos. Sin embargo, en épocas de inundaciones asociadas a ciclos húmedos, la capacidad de retención de los cuerpos se ve superada, produciéndose el desborde de las aguas que, en consecuencia, pasan a ocupar considerables áreas del terreno, y adquiriendo el escurrimiento una importante velocidad.

Es de considerar que cuando los tirantes de agua aumentan se producen transfuencias de aguas entre las cuencas, lo cual es una característica de los sistemas de llanura. Debido a ello, se vuelve impreciso el sentido de escurrimiento, lo que complica la estimación de los caudales en las secciones de control y de los tiempos de concentración.

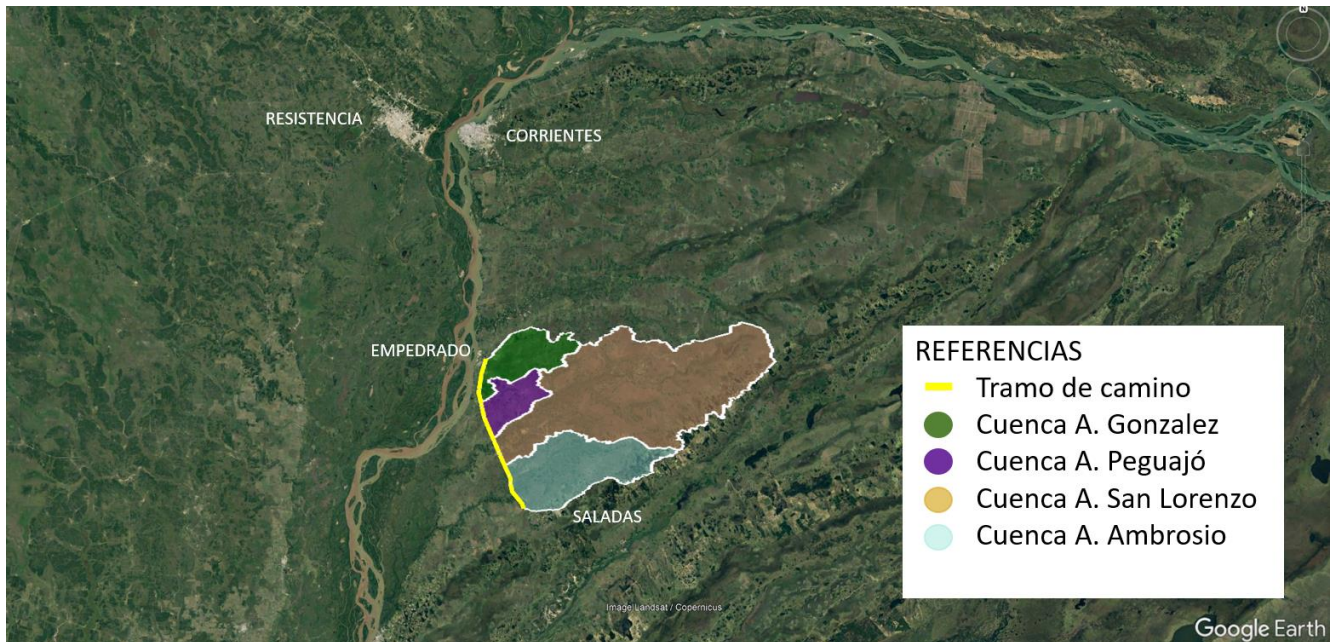


Figura 6.2 – Región hídrica de estudio – Fuente: Elaboración propia.

La energía topográfica que dispone el sistema está dada por su condicionamiento estructural, con una pendiente media aproximada, en el sentido NE – SO, de 0,50%.

Debido a la llanura, la rugosidad topográfica y biológica son variables que influyen notoriamente en la velocidad del escurrimiento y en el tiempo permanencia de las aguas, por lo que la caracterización de los suelos y de la vegetación resulta fundamental.

### 6.3- Áreas de aporte

Las cuencas de llanura se diferencian de los sistemas típicos, entre otras cosas, por su dificultad para determinar las divisorias de aguas, las que muchas veces son indefinidas y quedan supeditadas a las variabilidades de los tirantes que gobiernan los sentidos de escurrimiento. Por esta razón, determinar un área de aporte constante, no siempre es posible.

En estas condiciones, la determinación del área de influencia del proyecto se logró en base a información de cuencas suministrada por personal técnico del I.N.T.A.; interpretación de imágenes satelitales que permitieron identificar divisorias naturales con funcionamiento efectivo (sin transfluencias) y divisorias artificiales que generan obstrucciones al escurrimiento. Asimismo, se dispuso también de curvas de nivel del I.G.N. con equidistancias de 5 metros que permitieron contrastar la información y reconocer los rasgos topográficos dominantes.

A partir de ello, se propuso un área de influencia cuyo aporte solicitará al sistema de drenaje del camino, con una superficie aproximada de 1.783 km<sup>2</sup> (178.000 has), constituida por la suma de las superficies aguas arriba del camino de las cuencas de los arroyos: Gonzalez (17.827 has), Peguajó (12.056 has), San Lorenzo (109.817 has) y Ambrosio (38.617 has).

#### 6.4- Tiempos de concentración

En hidrología, se define como *tiempo de concentración* (TC) de una cuenca a la demora que experimenta la gota de lluvia, que cae en el punto hidráulicamente más alejado de la salida y escurre superficialmente, para llegar a dicha sección de control. En efecto, el tiempo de concentración representa el instante a partir del cual toda la cuenca contribuye a la salida, dada una tormenta de intensidad constante cuya duración se prolonga indefinidamente en el tiempo.

La determinación de este parámetro resulta ser fundamental en el estudio del comportamiento hidrológico de cualquier cuenca, ya que a partir del mismo se efectúa el cálculo de la precipitación crítica o de diseño para el proyecto.

Existen diversas metodologías y fórmulas empíricas que permiten estimar el valor del tiempo de concentración, las cuales están en función de las características de las cuencas.

Sin embargo, la mayoría de las fórmulas que son más promocionadas fueron desarrolladas para cuencas típicas, con pendientes pronunciadas y canales bien definidos, o bien para su uso en cuencas urbanas. Ejemplos de ellas son las expresiones de: Kirpich (1940); Izzard (1946); Linsley (1985); etc.

La aplicación de estas ecuaciones en condiciones de bordes muy diferentes debe ser respaldada por el criterio y la experiencia del proyectista, de manera de no incurrir en conclusiones erróneas en cuanto a la respuesta de una cuenca ante a un evento de precipitación.

Para este estudio, se optó por utilizar el método de las *Cartas de velocidad promedio* (1975 – 1986) desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (S.C.S.) de los Estados Unidos, que permite cuantificar el tiempo de concentración de una cuenca en función de la pendiente del curso de agua y de la cubierta superficial, mediante la expresión:

$$TC = \frac{1}{60} \sum \frac{L}{V}$$

TC: tiempo de concentración (min);

L: longitud de la trayectoria de flujo (pies);

V: velocidad promedio (pies/s).

Concretamente, la metodología sugiere adoptar velocidades aproximadas de escurrimiento teniendo en cuenta las características del tapiz vegetal y del curso de agua.

Velocidades promedios aproximadas [pies/s] del flujo de escorrentía para calcular el tiempo de concentración

Descripción del curso de agua	Pendiente en porcentaje			
	0 - 3	4 - 7	8 - 11	12 -
<b>NO CONCENTRADO</b>				
Bosques	0 - 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 3,25	3,25 -
Pastizales	0 - 2,5	2,5 - 3,5	3,5 - 4,25	4,25 -
Cultivos	0 - 3	3,0 - 4,5	4,5 - 5,5	5,5 -
Pavimentos	0 - 8,5	8,5 - 13,5	13,5 - 17	17 -
<b>CONCENTRADO</b>				
Canal de salida - la ecuación de Manning determina la velocidad.				
<b>CANAL NATURAL NO BIEN DEFINIDO</b>	0 - 2	2 - 4	4 - 7	7 -

Tabla 6.1 – Fuente: CHOW, V., MAIDMENT, D.R. & MAYS, L. W. (1994), Hidrología Aplicada.

Para ello, se hizo uso del *Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes - 1:500.000*, el que fue facilitado por personal técnico del I.N.T.A., y que delimita distintas *unidades cartográficas* (UC) constituidas por *series de suelos* con diferentes características físicas y químicas. A su vez, ofrece información acerca de la vegetación presente y valora de forma cualitativa la permeabilidad, drenaje, escurrimiento, etc., de cada serie. Los informes correspondientes fueron incorporados en el *anexo A.6.1*.

Mediante la superposición de información, se pudo establecer cuáles son las unidades cartográficas de suelos que están contenidas dentro de cada una de las cuencas en análisis, y establecer su incidencia respecto del área de aporte de cada una de ellas.

A su vez, se conoce cuál es la proporción de cada serie de suelo dentro de la unidad cartográfica, lo que nos permitió, mediante una ponderación y el uso de la información, obtener una velocidad media de escurrimiento para cada cuenca. Los cálculos se presentan en el *anexo A.6.2*.

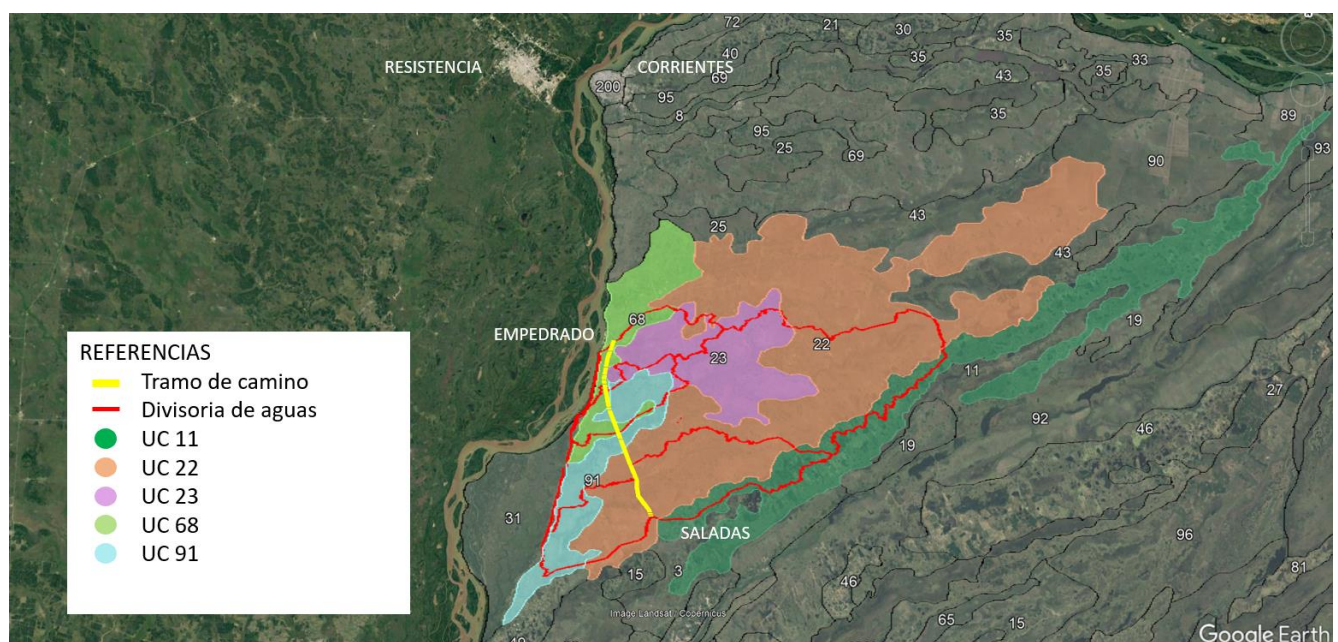


Figura 6.3 – Unidades de suelos involucradas en el área de estudio – Fuente: Elaboración propia.

Unidad Cartog. Suelo	Serie	Incid. Serie s/ UC	Tapiz vegetal	Permeabilidad	Drenaje	Escurrimiento
UC 11	Berón de Astrada	50%	Pajonal, pastos y espinillos	Moderadamente rápida	Bueno	Medio
	Loreto	30%	Gramíneas y arbustos	Moderadamente rápida	Muy bueno	Medio
	Chavarría	20%	Gramíneas, pastos y arbustos	Moderadamente lenta	Imperfecto a moderado	Lento a medio
UC 22	Rincón del madregón	50%	Gramíneas y pastos	Lenta	Imperfecto	Lento a muy lento
	Costa Grande	30%	Pajonal, pastos y espinillos	Lenta	Imperfecto	Lento a muy lento
	Cañada Burgos	20%	Gramíneas y árboles agrupados	Lenta	Pobre a imperfecto	Muy lento
UC 23	Cañada Cari	50%	Gramíneas, pastos y paja mansa	Lenta	Imperfecto	Muy lento
	Rincón del Madregón	30%	Gramíneas y pastos	Lenta	Imperfecto	Lento a muy lento
	Oca	20%	Xerófilas, árboles y arbustos.	Muy lenta	Imperfecto a pobre	Medio a rápido
UC 68	Parada Coco	50%	Pastizales y malezas	Moderadamente lenta	Bueno	Medio a lento
	Lomas de Empedrado	30%	Pastos y árboles maderables	Moderada a rápida	Muy bueno	Medio
	Andreau	20%	Pradera y malezas	Lenta	Deficiente	Lento a muy lento
UC 91	Rincón de Ambrosio	50%	Gramíneas y malezas	Moderadamente lenta	Moderado	Medio
	Treviño	30%	Gramíneas y malezas	Moderadamente lenta	Moderado a bueno	Medio a lento
	Andreau	20%	Pradera y malezas	Lenta	Deficiente	Lento a muy lento

Tabla 6.2 – Características relevantes de las unidades cartográficas y series de suelos – Fuente: *Elab. propia.*

Las velocidades de escurrimiento así obtenidas fueron volcadas en la ecuación para estimar el tiempo de concentración de cada cuenca, obteniéndose los resultados que se resumen a continuación:

Cuenca	Pte. Prom. [%]	Curso de agua	Long. Flujo [pies]	Vel. Esc. Pond. [pies/s]	TC Cuenca [min]	TC Cuenca [días]
A° Gonzalez	0,55	No concentrado	77326	0,55	2355,00	<b>1,64</b>
A° Pegujó	1,15	No concentrado	52965	0,61	1456,46	<b>1,01</b>
A° San Lorenzo	0,37	Concentrado	217890	0,51	7148,80	<b>4,96</b>
A° Ambrosio	0,55	Concentrado	126153	0,51	4146,23	<b>2,88</b>

Tabla 6.3 – Tiempos de concentración de las cuencas – Fuente: *Elaboración propia.*

## 6.5- Información de precipitaciones

La lluvia es la principal variable de entrada al sistema, por lo que para el estudio hidrológico resulta indispensable contar con información de precipitaciones obtenidas de estaciones pluviométricas o pluviográficas.

A pesar de la búsqueda, no ha sido posible obtener datos de precipitaciones medidas en estaciones ubicadas dentro del área de estudio y con un registro lo suficientemente extenso como para someterlo a un análisis estadístico. Sin embargo, se logró conseguir información pluviométrica de estaciones relativamente cercanas a dicha área y que presentan las siguientes características:

Estación	Tipo	Localización		Distancia al CG del área [km]	Periodo de registro	Long. de la serie [años]
		Latitud	Longitud			
Corrientes - Paraná (RHN 3805)	Pluviom.	27°27'35.00"S	58°49'60.00"O	70	1982 - 2022	40
Concepción - Batel (RNH 3848)	Pluviom.	28°23'21.80"S	57°53'43.90"O	75	1978 - 2022	44
Bella Vista (EEA INTA)	Pluviom.	28°43'19.89"S	58°59'44.61"O	87	1959 - 2022	63
Florencia - Tapenagá (RHN 3340)	Pluviom.	28°01'44.40"S	59°13'30.10"O	66	1983 - 2022	39

Tabla 6.4 – Características de las estaciones pluviométricas consultadas – Fuente: *Elaboración propia*

La información recolectada tiene como fuente al Instituto *Correntino del Agua y del Ambiente* (ICAA), al *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* (INTA – EEA Bella Vista) y a la base de datos de la *Red Hidrológica Nacional de la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Gobierno Nacional*. Estas entidades, cuyas redes se encuentran en expansión permanente mediante la incorporación de nuevas estaciones, realizan inspecciones periódicas de las mismas y ofrecen actualizaciones diarias de la información, por lo que los datos suministrados pueden asumirse de alta confiabilidad.

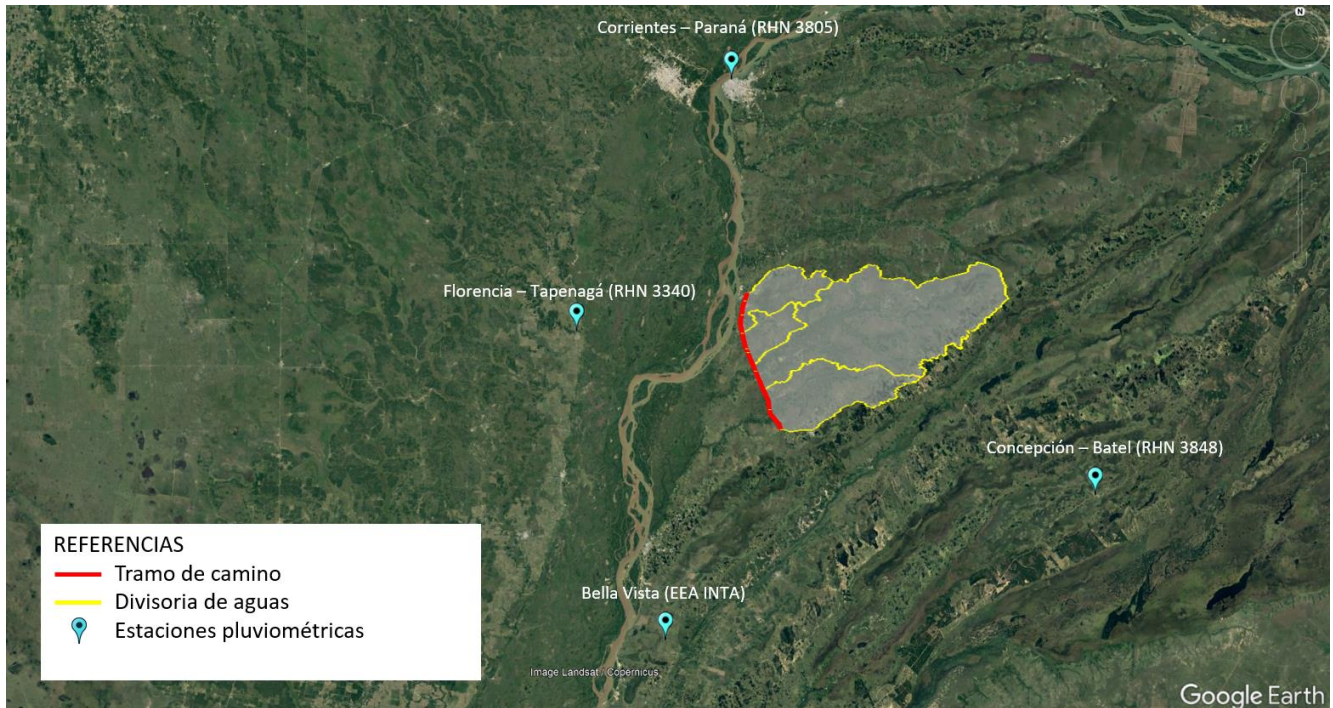


Figura 6.4 – Ubicación de las estaciones pluviométricas consultadas – Fuente: Elaboración propia.

Dada la homogeneidad meteorológica de la región donde se ubican las estaciones vecinas, ninguna de ellas podría asumirse evidentemente como la más representativa del comportamiento pluviométrico del área en estudio, más allá de la cercanía respectiva de cada una.

Por ese motivo, se ha decidido generar la serie histórica de precipitaciones a partir de suponer una *estación hipotética* que se ubica en el centro de gravedad del área en estudio, es decir, en el baricentro de la superficie constituida por el conjunto de las 4 subcuencas aguas arriba del camino.

Para tal fin, se ha empleado el *Método de los Polígonos de Thiessen* de manera de establecer cuál es el área de influencia de cada estación respecto del área total en estudio, y estimar así la *precipitación media diaria* sobre dicha estación hipotética.

La metodología consiste en ubicar sobre el plano a las estaciones consideradas y unir a aquellas adyacentes mediante segmentos rectos de manera de ir formando triángulos relativamente equiláteros. Posteriormente, se trazan líneas mediatrices a dichos segmentos que, al concurrir a un mismo punto, van conformando los polígonos que definen el área de influencia de cada estación.

Finalmente, se construye una nueva serie correspondiente a la precipitación media diaria sobre la estación hipotética, a partir de aplicar sistemáticamente para cada día del periodo de registro la siguiente ecuación:

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^4 \frac{P_i \cdot A_i}{A}$$

$\bar{P}$ : precipitación media diaria sobre el área;

$P_i$ : precipitación registrada en la estación  $i$ ;

$A_i$ : área del polígono correspondiente a la estación  $i$  comprendida dentro de los límites del conjunto de subcuencas.

$A$ : área total del conjunto de subcuencas.

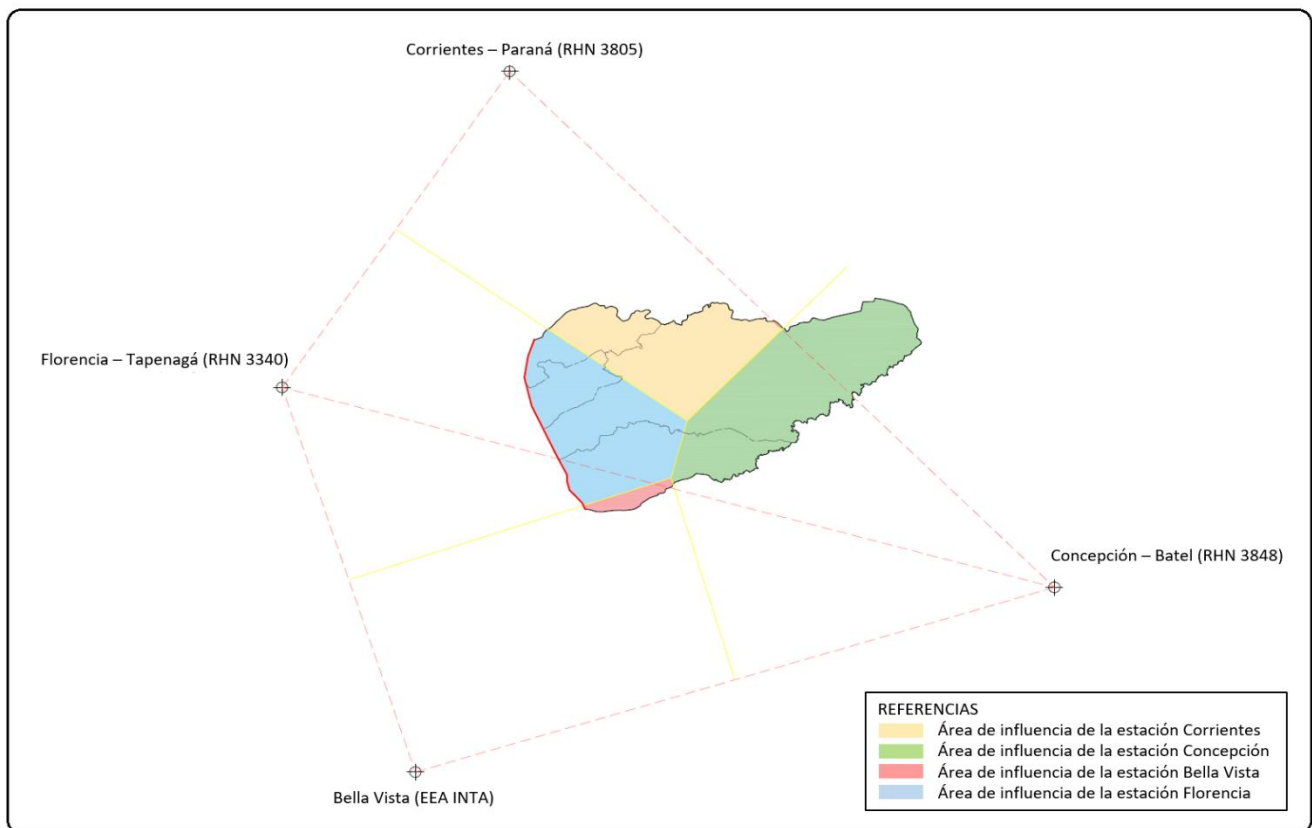


Figura 6.5 – Polígonos de Thiessen para la aplicación del método – Fuente: Elaboración propia.

De la construcción geométrica de los polígonos se obtuvieron los siguientes valores de área:

ESTACIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA	
	[Km <sup>2</sup> ]	[%]
Corrientes - Paraná	479,52	26,9%
Concepción - Batel	702,47	39,4%
Bella Vista - EEA INTA	39,77	2,2%
Florenia - Tapenagá	561,41	31,5%
<b>TOTAL</b>	<b>1783,17</b>	<b>100%</b>

Tabla 6.5 – Influencia de cada estación sobre el área en estudio – Fuente: Elaboración propia.

## 6.6- Análisis estadístico de las precipitaciones

Una vez construida la *serie de duración completa* correspondiente a una estación hipotética y representativa del área de influencia del tramo de camino en estudio, se procede al tratamiento estadístico de la información con el objeto de determinar la *precipitación de diseño* para cada una de las subcuencas, que nos permitirá estimar las crecidas esperables para una recurrencia dada.

Tomando como base esa nueva información generada, se efectúa el estudio estadístico de precipitaciones con duraciones acordes a los tiempos de traslado de la lámina hasta la sección de control - los que fueron calculados en el apartado 6.4 -, y se procede a la construcción de tres nuevas series: precipitación máxima anual de 1, 3 y 5 días de duración, respectivamente.

Precipitación máxima anual de distintas duraciones [mm]			
Año Hidrológ.	1 día	3 días	5 días
1983 - 1984	82,6	135,0	149,7
1984 - 1985	64,8	116,0	147,9
1985 - 1986	128,4	138,4	183,4
1986 - 1987	79,2	99,6	134,6
1987 - 1988	64,6	109,8	122,4
1988 - 1989	57,5	119,1	145,0
1989 - 1990	91,8	155,1	184,0
1990 - 1991	66,1	105,3	144,1
1991 - 1992	94,3	96,3	105,9
1992 - 1993	77,6	129,8	177,9
1993 - 1994	92,0	152,1	203,4
1994 - 1995	75,7	110,3	123,6
1995 - 1996	88,4	139,4	147,2
1996 - 1997	95,4	183,2	188,1
1997 - 1998	102,6	208,9	233,3
1998 - 1999	63,6	92,1	133,6
1999 - 2000	63,0	139,6	141,2
2000 - 2001	60,7	110,3	139,3
2001 - 2002	59,1	90,2	111,9
2002 - 2003	81,2	105,5	134,4
2003 - 2004	83,3	136,1	148,0
2004 - 2005	94,5	122,5	183,8
2005 - 2006	69,3	84,0	85,4
2006 - 2007	85,2	164,8	217,2
2007 - 2008	42,2	72,3	78,0
2008 - 2009	71,9	98,2	133,6
2009 - 2010	150,8	154,2	166,6
2010 - 2011	54,6	77,7	102,5
2011 - 2012	76,0	87,7	94,3
2012 - 2013	105,3	195,8	211,2
2013 - 2014	76,1	165,9	291,2
2014 - 2015	87,9	208,0	259,9
2015 - 2016	104,7	239,9	250,2
2016 - 2017	115,4	170,0	182,3
2017 - 2018	75,7	130,9	191,7
2018 - 2019	101,6	219,6	269,1
2019 - 2020	84,7	164,3	197,1
2020 - 2021	65,7	83,2	98,7
2021 - 2022	55,7	80,7	119,2

Tabla 6.6 – Precipitación máxima anual de 1, 3 y 5 días de duración. – Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, para el estudio estadístico de las distintas muestras, se ordenaron los términos de la serie de mayor a menor, por tratarse de un estudio de valores máximos, quedando las mismas conformadas de la siguiente manera:

N° de Orden m	Precipitación [mm]			N° de Orden m	Precipitación [mm]		
	1 día	3 días	5 días		1 día	3 días	5 días
1	150,8	239,9	291,2	21	77,6	122,5	147,2
2	128,4	219,6	269,1	22	76,1	119,1	145
3	115,4	208,9	259,9	23	76	116	144,1
4	105,3	208	250,2	24	75,7	110,3	141,2
5	104,7	195,8	233,3	25	75,7	110,3	139,3
6	102,6	183,2	217,2	26	71,9	109,8	134,6
7	101,6	170	211,2	27	69,3	105,5	134,4
8	95,4	165,9	203,4	28	66,1	105,3	133,6
9	94,5	164,8	197,1	29	65,7	99,6	133,6
10	94,3	164,3	191,7	30	64,8	98,2	123,6
11	92	155,1	188,1	31	64,6	96,3	122,4
12	91,8	154,2	184	32	63,6	92,1	119,2
13	88,4	152,1	183,8	33	63	90,2	111,9
14	87,9	139,6	183,4	34	60,7	87,7	105,9
15	85,2	139,4	182,3	35	59,1	84	102,5
16	84,7	138,4	177,9	36	57,5	83,2	98,7
17	83,3	136,1	166,6	37	55,7	80,7	94,3
18	82,6	135	149,7	38	54,6	77,7	85,4
19	81,2	130,9	148	39	42,2	72,3	78
20	79,2	129,8	147,9				

Tabla 6.7 – Ordenamiento de los términos de las series para la aplicación de los métodos. – Fuente: Elab. propia.

Seguidamente, se realizó el ajuste de las mismas a 3 funciones teóricas de distribución de probabilidad comúnmente utilizadas para el estudio de eventos hidrológicos extremos: Gumbel, Log-Pearson III y Gibrat-Galtón.

Los ajustes por los métodos de Gumbel y Log-Pearson III se realizaron en forma analítica y gráfica, mientras que para el método de Gibrat-Galtón el ajuste y la utilización se realiza en forma eminentemente gráfica, para lo cual el valor  $x_0$  a utilizar se estimó a partir de 3 tentativas de alineamiento.

Además, para probar la bondad del ajuste de las funciones de distribución de probabilidad, se empleó el Test de Chi Cuadrado ( $\chi^2$ ), que compara los valores teóricos con los muestrales de las funciones de frecuencia relativa, y cuya aceptación es necesaria para la aplicación de los métodos. Las tablas de cálculo correspondientes se exhiben desde el *anexo A.6.3*.

En todos los casos se obtuvo que la distribución se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica analizada para un nivel de confianza adoptado del 95% (nivel de significancia del error aceptado del 5%). Se entiende entonces que las diferencias entre la información de las muestras y las calculadas por las funciones de distribución de probabilidad pueden ser despreciadas.

Tanto los cuadros que facilitaron el ordenamiento de los cálculos para cada uno de los métodos, como sus correspondientes representaciones gráficas, se presentan desde el *anexo A.6.7*.

Posteriormente se realiza la verificación de la precisión del ajuste logrado con cada una de las funciones de distribución de probabilidad mediante el cálculo de los errores cuadráticos medios de la frecuencia (ECMF) y de la variable (ECMV).

Estos parámetros, que se obtienen de confrontar cada distribución teórica con los datos muestrales, son de suma utilidad ya que se presentan como una herramienta de juicio que sirve para la toma de decisiones respecto a los valores a seleccionar. Los cuadros de cálculo se exponen desde el *anexo A.6.26*.

A continuación, se presenta en forma de resumen, los resultados obtenidos de los análisis:

Serie: precipitación máx. anual en 1 día			Serie: precipitación máx. anual en 3 días			Serie: precipitación máx. anual en 5 días		
MÉTODO	ECMF	ECMV	MÉTODO	ECMF	ECMV	MÉTODO	ECMF	ECMV
Gumbel	2,48%	3,48	Gumbel	3,47%	6,21	Gumbel	3,85%	8,52
Log-Pearson III	2,82%	3,67	Log-Pearson III	2,74%	4,72	Log-Pearson III	3,06%	5,28
Gibrat-Galtón	2,73%	3,79	Gibrat-Galtón	8,31%	4,15	Gibrat-Galtón	12,53%	5,68

Tabla 6.8 – Resultados de los cálculos de los ECMF y ECMV – Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, del estudio estadístico se concluye que, para la serie de máximos anuales en 1 día, la función de mejor ajuste resulta ser la de Gumbel, mientras que, para las series de máximos anuales en 3 y 5 días, el método de Log-Pearson III demuestra mejores resultados.

### 6.7- Cálculo de las precipitaciones críticas

Definida cuál es la función de distribución de probabilidad que mejor ajusta a cada una de las series de información hidrológica, se procede a la determinación de la *lluvia crítica* o de *diseño* para cada caso, la que está asociada a un tiempo de recurrencia solicitado por normativa.

De acuerdo a lo establecido en el *Pliego de Especificaciones Técnicas del Órgano de Control de Concesiones Viales* de la *Dirección Nacional de Vialidad*, las recurrencias a adoptar en el estudio hidrológico derivan de las prescripciones de la *National Academy of Sciences* de los EEUU (1983), y están en función del tipo de estructura, según lo muestra el siguiente cuadro:

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO [años]
<b>Alcantarillas de caminos</b>	
Volumen de tránsito bajo	5 - 10
Volumen de tránsito medio	10 - 25
Volumen de tránsito alto	50 - 100
<b>Puentes</b>	
Red secundaria	10 - 50
Red primaria	50 - 100
<b>Drenaje agrícola</b>	
Alcantarillas	5 - 50
Zanjas - Canales	5 - 50
<b>Drenaje urbano</b>	
Poblaciones pequeñas	2 - 25
Poblaciones grandes	25 - 50

Tabla 6.9 – Periodo de retorno para el diseño y/o verificación de desagües pluviales – Fuente: DNV.

Además, se establece: “Respecto al diseño o verificación de puentes sobre rutas nacionales, la recurrencia de diseño será de 100 años y la distancia o revancha entre el fondo de la viga y la cota de máxima creciente será de como mínimo 1 metro”.

#### PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 1 DÍA DE DURACIÓN Y 100 AÑOS DE TIEMPO DE RECURRENCIA

**Según Gumbel:**  $P(x) = 1 - e^{-e^{-y}}$       $y = \alpha (X - x_0)$

Se tiene:  $\bar{x} = 81,77$

$$\sigma = 21,46$$

Se calculan los parámetros:

$$\alpha = \frac{1}{0,78 \sigma} = \frac{1}{0,78 * 21,46} = 0,06$$

$$x_0 = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} = 81,77 - \frac{0,5772}{0,06} = 72,15$$

Para TR = 100 años      $\rightarrow$       $P(x) = \frac{1}{TR} = \frac{1}{100} = 0,01$

Despejando:  $y = -\ln [-\ln(1 - P(x))] = -\ln[-\ln(1 - 0,01)] = 4,60$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 100 años:

$$X = \frac{y}{\alpha} + x_0 = \frac{4,60}{0,06} + 72,15 = \mathbf{148,82 \text{ mm}}$$

PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 3 DÍAS DE DURACIÓN Y 100 AÑOS DE TIEMPO DE RECURRENCIA

**Según Log-Pearson III:**  $\log(x) = \bar{x}_{\log(xi)} + K \cdot \sigma_{\log(xi)}$

Se tiene:  $\bar{x}_{\log(xi)} = 2,103078$

$\sigma_{\log(xi)} = 0,136795$

Se determina el factor de frecuencias  $K$  tabulado (*anexo A.6.25*) mediante interpolación:

$$\text{Para } \begin{cases} g = 0,160297 \\ TR = 100 \text{ años} \end{cases} \rightarrow K = 2,443$$

Reemplazando:  $\log(x) = 2,103078 + 2,443 \cdot 0,136795 = 2,437268$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 100 años:

$$X = 10^{2,437268} = \mathbf{273,70 \text{ mm}}$$

PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 5 DÍAS DE DURACIÓN Y 100 AÑOS DE TIEMPO DE RECURRENCIA

**Según Log-Pearson III:**  $\log(x) = \bar{x}_{\log(xi)} + K \cdot \sigma_{\log(xi)}$

Se tiene:  $\bar{x}_{\log(xi)} = 2,188745$

$\sigma_{\log(xi)} = 0,139566$

Se determina el factor de frecuencias  $K$  tabulado (*anexo A.6.25*) mediante interpolación:

$$\text{Para } \begin{cases} g = -0,042150 \cong 0 \\ TR = 100 \text{ años} \end{cases} \rightarrow K = 2,326$$

Reemplazando:  $\log(x) = 2,188745 + 2,326 \cdot 0,139566 = 2,513376$

Se obtiene el valor de precipitación para un TR= 100 años:

$$X = 10^{2,513376} = \mathbf{326,12 \text{ mm}}$$

En resumen, se obtuvieron los siguientes valores:

SERIES	PRECIPITACIÓN MÁXIMA
Máximo en 1 día	148,82 mm
Máximo en 3 días	273,70 mm
Máximo en 5 días	326,12 mm

Tabla 6.10 – Máximos precipitados para distintas duraciones – Fuente: Elaboración propia.

### 6.8- Determinación del hietograma de diseño

La obtención de una tormenta de diseño no solo implica definir cuál es el valor de la altura de precipitación que es estadísticamente más probable de ocurrir en  $n$  días y para una recurrencia dada, sino que también consiste determinar cómo la misma se distribuye temporal y espacialmente.

En lo que refiere a la distribución temporal, la conformación del *hietograma de diseño* requiere, en primer lugar, definir como se distribuye diariamente la precipitación en un evento de 3 y 5 días de duración.

Para ello, tomando como base el registro histórico de precipitaciones de la *estación hipotética* determinado en el apartado 6.5-, se estudió como típicamente fue dicha distribución en términos porcentuales. Se consideró para el análisis las 3 tormentas de mayor magnitud de cada año hidrológico del registro, y con la característica de que fueran independientes entre sí, es decir, que no estuvieran constituidas por los mismos eventos diarios. El procesamiento se realizó tanto para la serie de máximos en 3 y 5 días de duración, y las tablas de cálculo se adjuntan desde el *anexo A.6.32*.

Además de ello, se consideró que en el primer día ocurre la precipitación máxima anual diaria para un TR= 100 años, mientras que los totales precipitados en los días subsiguientes se obtienen por diferencia con la del día uno y de manera que, los valores acumulados en el día 3 y en el día 5 respectivamente, resulten los máximos precipitados para dichas duraciones y la misma recurrencia, calculados en el apartado 6.7-.

	P Día 1	P Día 2	P Día 3	
	<b>P máx 1</b>	<b>61%</b>	<b>39%</b>	
	Precipitación [mm]			Total
1 día	148,82			<b>148,82</b> (Pmáx 1)
2 días	148,82	76,65		225,47
3 días	148,82	76,65	48,23	<b>273,70</b> (Pmax 3)

Tabla 6.11 – Distribución diaria de la precipitación en un evento de 3 días de duración – Fuente: Elab. propia.

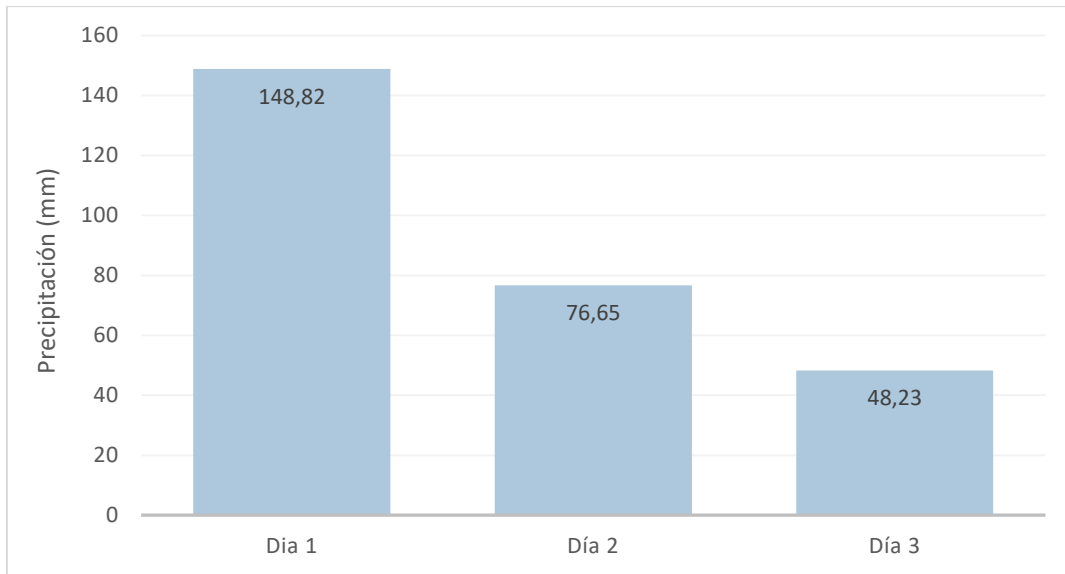


Figura 6.15 – Hietograma de diseño para una tormenta de 3 días de duración y TR=100 años.

P Día 1	P Día 2	P Día 3	P Día 4	P Día 5
<b>P max 1</b>	<b>P2</b>	<b>P max 3</b>	<b>43%</b>	<b>57%</b>

	Precipitación [mm]					Total
1 día	148,82					<b>148,82</b> (Pmáx 1)
2 días	148,82	76,65				225,47
3 días	148,82	76,65	48,23			<b>273,70</b> (Pmax 3)
4 días	148,82	76,65	48,23	22,69		296,39
5 días	148,82	76,65	48,23	22,69	29,73	<b>326,12</b> (Pmax 5)

Tabla 6.12 – Distribución diaria de la precipitación en un evento de 5 días de duración – Fuente: Elab. propia.

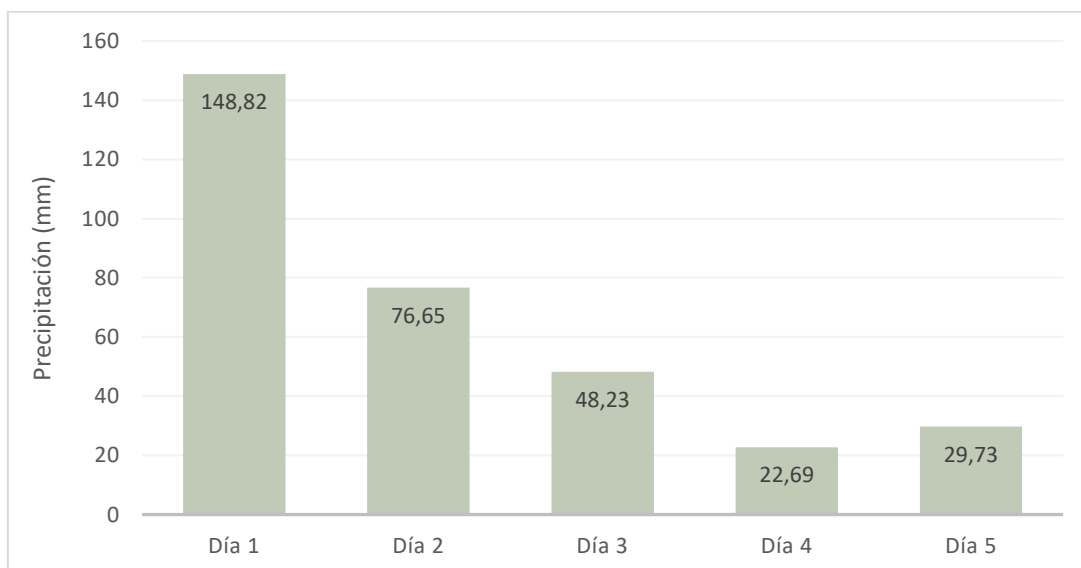


Figura 6.16 – Hietograma de diseño para una tormenta de 5 días de duración y TR=100 años.

### 6.9- Número de curva

Para la transformación de lluvia-esorrentía se optó por trabajar con el denominado método del *Número de Curva* (CN), desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (S.C.S.) de los EEUU.

Mediante éste, la determinación del escurrimiento directo requiere definir un valor CN para cada una de las cuencas en estudio. Los números de curva se encuentran tabulados por el S.C.S. y dependen de las características de las cuencas tales como el tipo y uso del suelo, la densidad de la vegetación y las condiciones de humedad precedente.

Asimismo, el método requiere establecer la *disminución inicial* ( $I_a$ ) o abstracciones de la precipitación, que consisten fundamentalmente en pérdidas por intercepción, infiltración y almacenamiento en depresiones superficiales. Atendiendo a la experiencia práctica, se adoptó para todos los casos  $I_a$  igual al 20% de la *retención potencial máxima* ( $S$ ), el cual se relaciona con el número de curva mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Para la caracterización de los usos de suelo de cada una de las cuencas se utilizó el software QGIS, haciendo uso del *Complemento de Clasificación Semi-automática* (SCP) con el cual se realizó una clasificación de máxima verosimilitud a partir del tratamiento de imágenes *Sentinel-2*, ofrecidas por el *Programa Europeo de Observación Terrestre COPERNICUS*, con una resolución espacial de hasta 10 metros para la composición a color natural.

Estas imágenes, denominadas de *nivel 2A*, se encuentran corregidas atmosféricamente ofreciendo así datos de reflectancia a nivel de superficie que son más próximos a la realidad.

Se tomó como premisa analizar imágenes que no fueran muy antiguas, sino más bien cercanas a la fecha presente, de manera de que los porcentajes de usos del suelo identificados resultaran lo más similares a los actuales. Se procuró también filtrar entre aquellas capturadas posteriormente a fechas de continuas precipitaciones, con el fin de resaltar las áreas correspondientes a cuerpos de agua y susceptibles a inundaciones. A razón de ello, las imágenes tratadas datan del mes de febrero de 2.019, las que se exhiben en el *anexo A.6.34*.

De esta forma fue posible cuantificar las superficies correspondientes a cada uso de suelo definido, y mediante la asignación de un valor de CN para cada clasificación, se obtuvo un CN ponderado para cada cuenca y correspondiente a una humedad antecedente Clase II.

En este paso, se hizo uso nuevamente de la información que ofrece el *Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes (I.N.T.A.)* en cuanto a las características físicas de los suelos de las distintas unidades cartográficas involucradas y que condicionan su capacidad de infiltración. Esto nos permitió escoger el *Grupo Hidrológico* que más se ajusta a cada cuenca y que fue necesario para la definición del CN.

Posteriormente, los valores de CN Clase II fueron transformados para la situación de humedad correspondiente a una Clase III, es decir, para la situación del suelo con un alto contenido de humedad, habida cuenta de que es la condición a esperar en periodos lluviosos. Se tiene así:

$$CN_{III} = \frac{23 CN_{II}}{10 + 0,13 CN_{II}}$$

Los resultados obtenidos son los siguientes:

CUENCA A° GONZALEZ				
Clase	Descripción	Área [%]	Área [km <sup>2</sup> ]	CN II adoptado
1	Agua	0,46%	0,82	52
2	Monte/Forestal	9,82%	17,51	45
3	Áreas inundables	1,03%	1,84	50
4	Cultivos	4,19%	7,47	65
5	Construcciones	0,58%	1,03	90
6	Suelo desnudo	0,01%	0,02	65
7	Pastos/arbustos	83,91%	149,59	40
Total =		100,00%	178,27	
CN II ponderado =				42
CN III =				62

Tabla 6.13 – Clasificación de los usos del suelo y Número de Curva para la cuenca del A° Gonzalez.

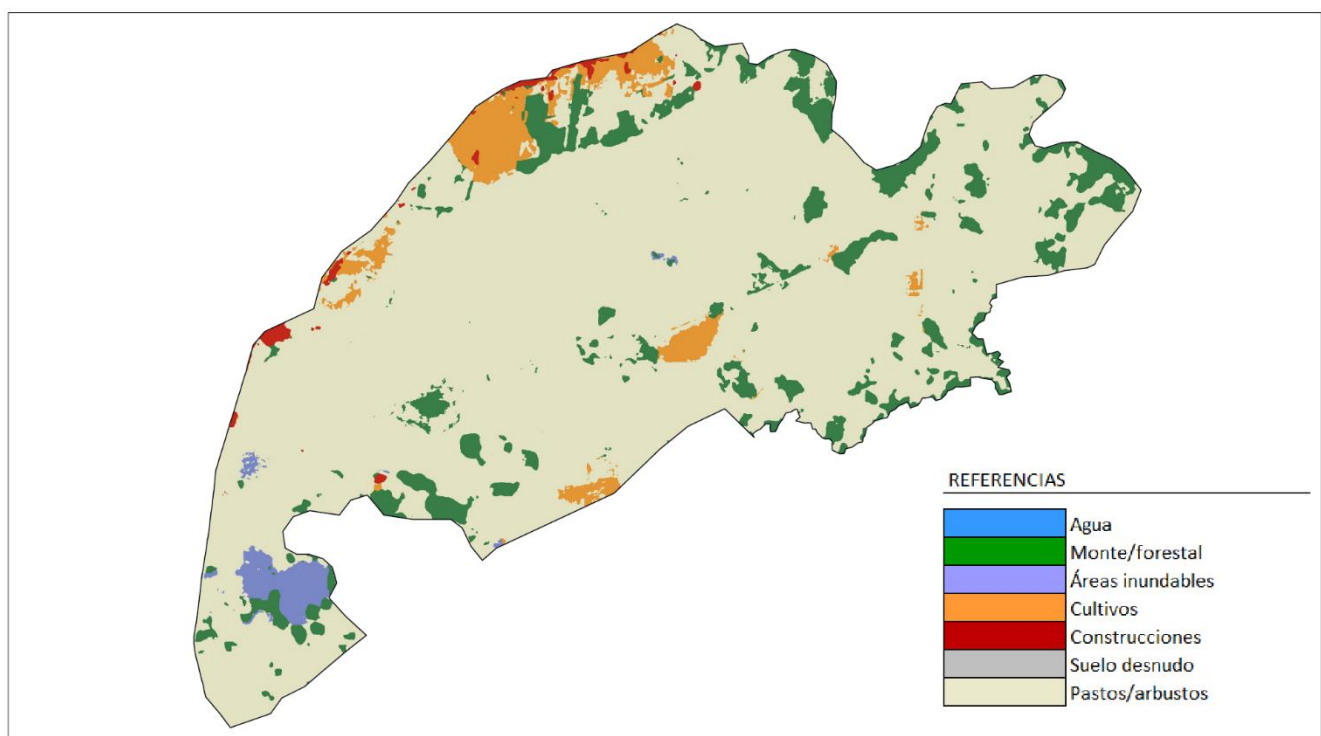


Figura 6.6 – Mapa de cobertura del suelo de la cuenca del A° Gonzalez – Fuente: Elaboración propia.

CUENCA A° PEGUAJÓ				
Clase	Descripción	Área [%]	Área [km <sup>2</sup> ]	CN II adoptado
1	Agua	0,23%	0,28	56
2	Monte/Forestal	9,89%	11,92	48
3	Áreas inundables	1,62%	1,95	58
4	Cultivos	0,18%	0,22	68
5	Construcciones	0,03%	0,04	88
6	Suelo desnudo	0,00%	0,00	70
7	Pastos/arbustos	88,05%	106,15	48
Total =		100,00%	120,56	
CN II ponderado =				48
CN III =				68

Tabla 6.14 – Clasificación de los usos del suelo y Número de Curva para la cuenca del A° Peguajó.

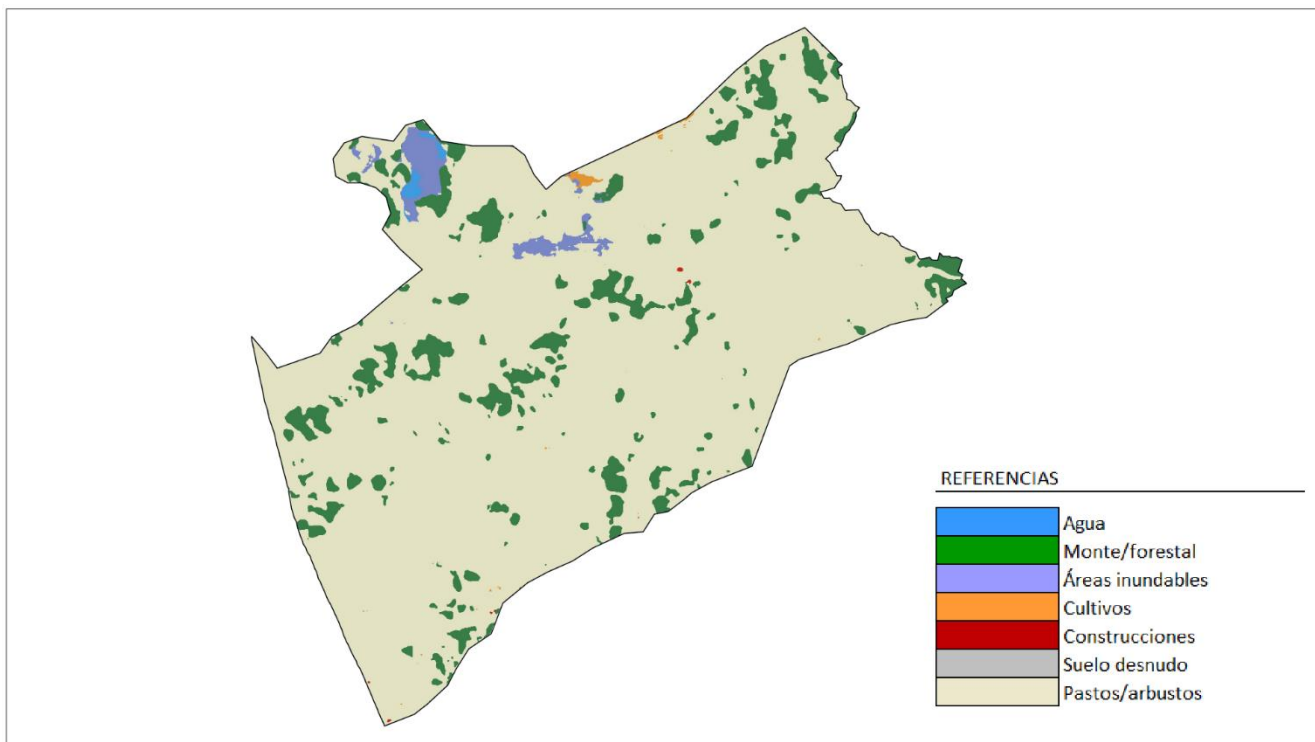


Figura 6.7 – Mapa de cobertura del suelo de la cuenca del A° Peguajó – Fuente: Elaboración propia.

CUENCA A° SAN LORENZO				
Clase	Descripción	Área [%]	Área [km <sup>2</sup> ]	CN II adoptado
1	Agua	0,85%	9,33	60
2	Monte/Forestal	16,62%	182,52	50
3	Áreas inundables	1,87%	20,54	65
4	Cultivos	0,98%	10,76	72
5	Construcciones	0,19%	2,09	84
6	Suelo desnudo	0,00%	0,00	76
7	Pastos/arbustos	79,49%	872,94	55
Total =		100,00%	1098,17	
CN II ponderado =				55
CN III =				73

Tabla 6.15 – Clasificación de los usos del suelo y Número de Curva para la cuenca del A° San Lorenzo.

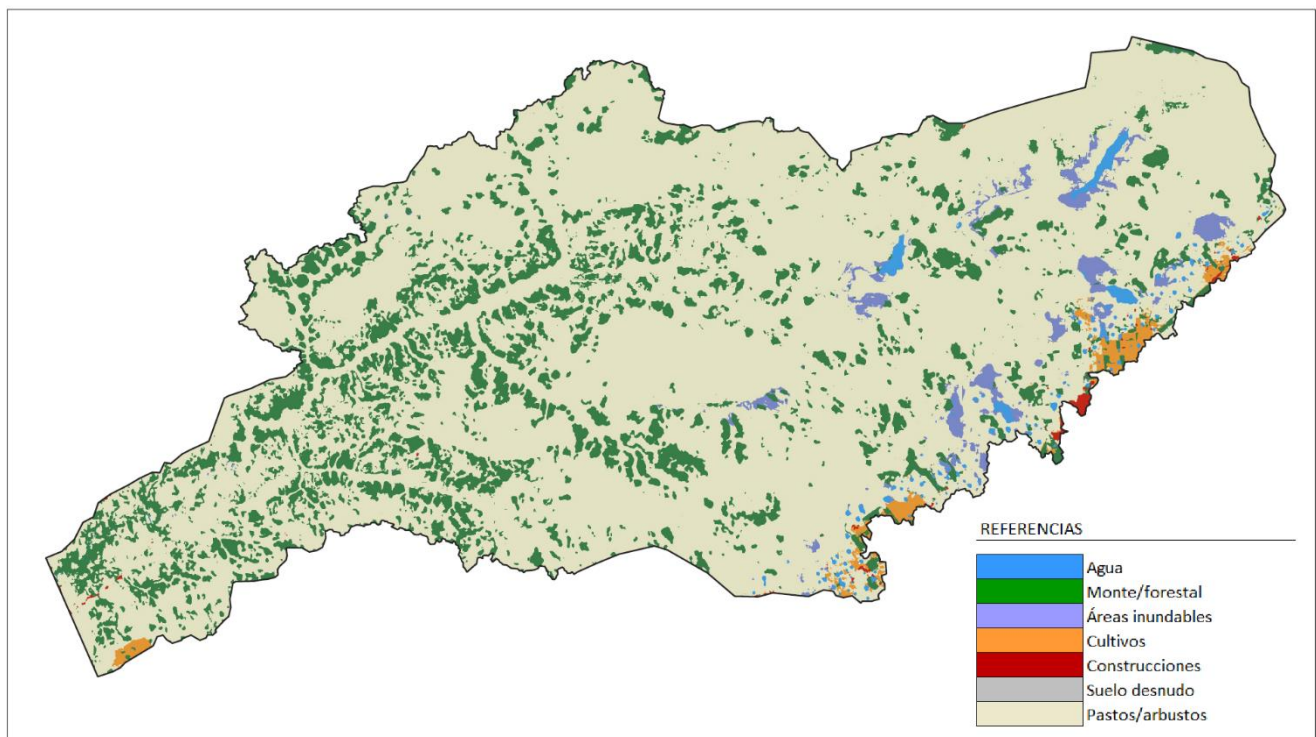


Figura 6.8 – Mapa de cobertura del suelo de la cuenca del A° San Lorenzo – Fuente: Elaboración propia.

CUENCA A° AMBROSIO				
Clase	Descripción	Área [%]	Área [km <sup>2</sup> ]	CN II adoptado
1	Agua	2,72%	10,50	60
2	Monte/Forestal	15,23%	58,81	50
3	Áreas inundables	1,85%	7,14	65
4	Cultivos	6,82%	26,34	72
5	Construcciones	0,46%	1,78	84
6	Suelo desnudo	0,01%	0,04	76
7	Pastos/arbustos	72,91%	281,56	55
Total =		100,00%	386,17	
CN II ponderado =				56
CN III =				74

Tabla 6.16 – Clasificación de los usos del suelo y Número de Curva para la cuenca del A° Ambrosio.

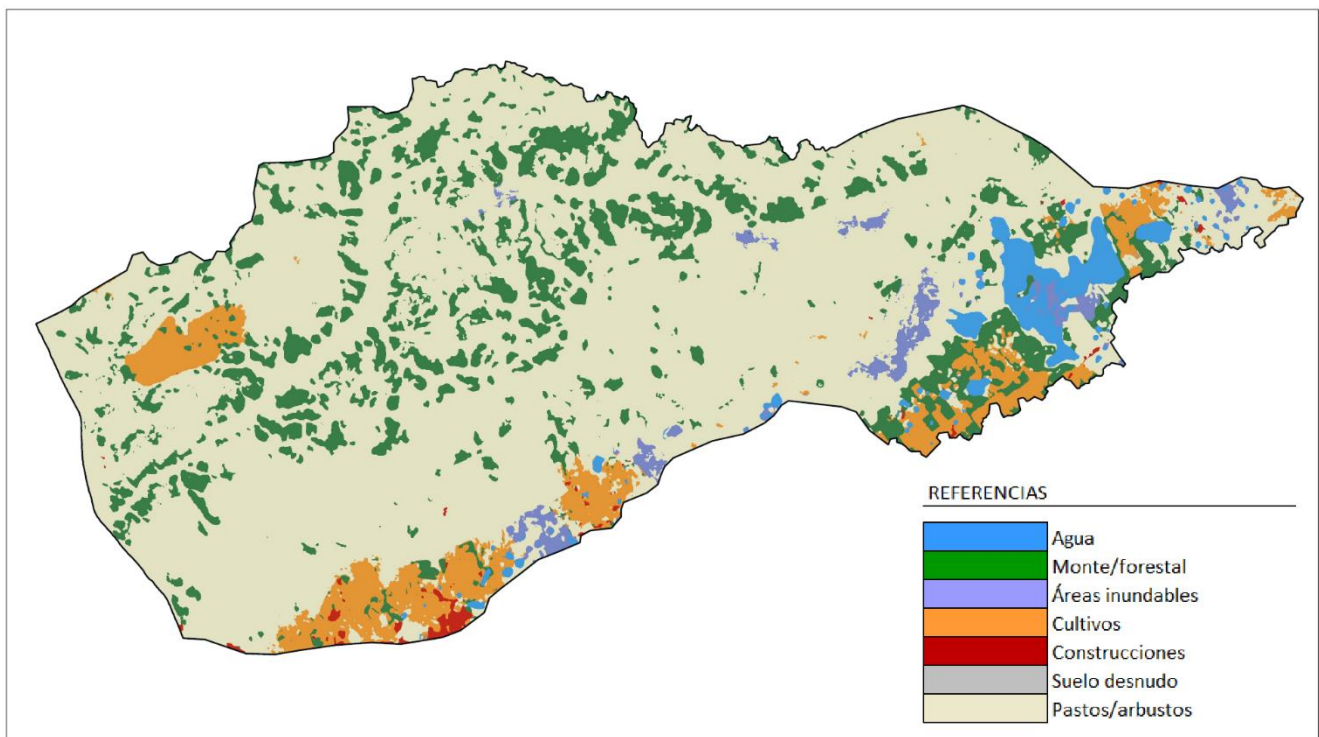


Figura 6.9 – Mapa de cobertura del suelo de la cuenca del A° Ambrosio – Fuente: Elaboración propia.

## 6.10- Cálculo de los caudales de diseño

### 6.10.1- Metodología

Una vez obtenidos todos los parámetros necesarios se hizo uso del *Sistema de Modelado Hidrológico* desarrollado por el *Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (HEC-HMS)*, que es un software que permite simular el proceso de lluvia-escorrentía.

Mediante éste, teniendo como variable de entrada un hietograma de precipitación, el modelo calculó la *lluvia efectiva* a partir de seleccionar el método de pérdida del *Número de Curva* del S.C.S., mientras que la transformación lluvia-caudal se efectuó a través del método del *Hidrograma Unitario* del mismo S.C.S.

En el apartado 6.8 - se definió como se distribuye diariamente la precipitación en tormentas de 3 y 5 días de duración. A partir de ello, y con el objetivo de evaluar la respuesta hidrológica de los sistemas ante la ocurrencia de los eventos de diseño, la entrada de la precipitación en el modelo matemático de simulación se efectuó para 3 configuraciones diferentes respecto a la distribución horaria de la precipitación en cada día de duración de la tormenta: una distribución a lo largo de las 24 horas de cada día; una distribución concentrada en las primeras 12 horas de cada día; y una distribución concentrada en las primeras 4 horas.

Además, los hietogramas de diseño se asumieron de *forma triangular*, describiendo una variación uniforme y lineal de la profundidad de precipitación que ocurre en cada uno de los intervalos de duración  $\Delta t = 1 \text{ hora}$ . Se adoptó un *coeficiente de avance*  $r = 0,5$ , que se define como la relación entre el tiempo en que se produce el pico con respecto a la duración total, con lo cual la altura pico se da en la mitad de la tormenta. Las tablas y graficas correspondientes se exhiben desde el *anexo A.6.35*.

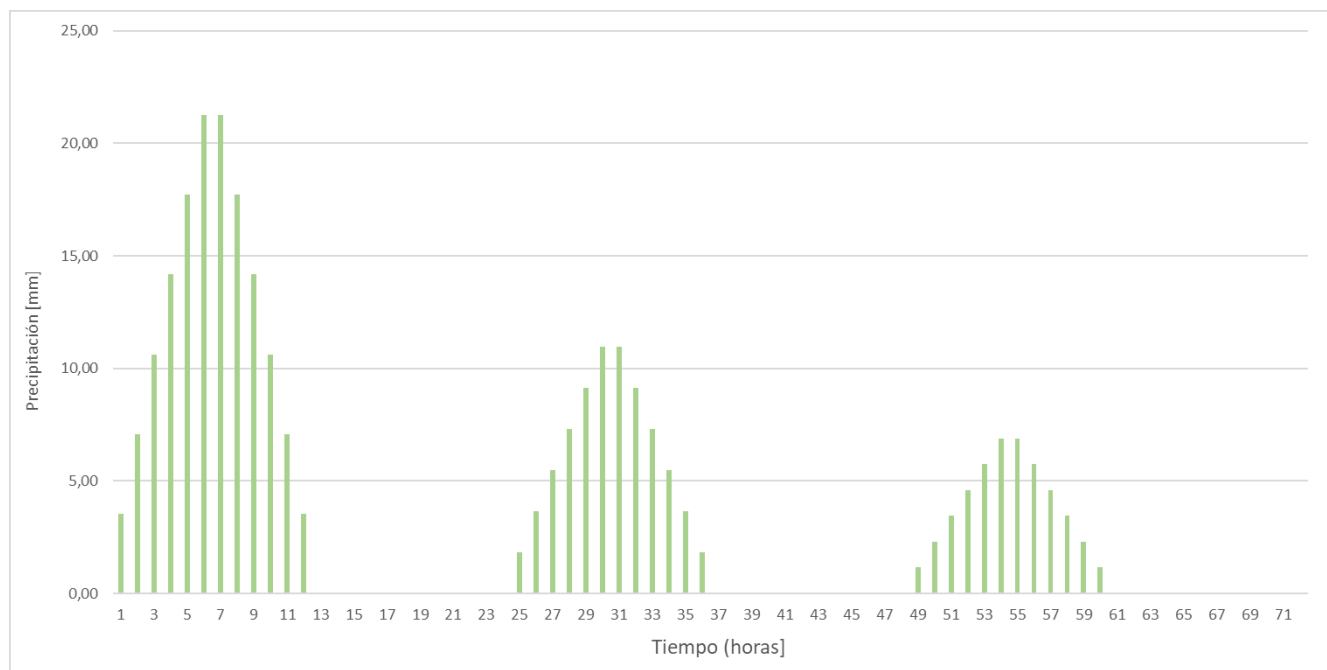


Figura 6.10 – Hietograma de diseño para tormenta de 3 días de duración y precipitación concentrada en las primeras 12 hs de cada día.

### 6.10.2- Calibración y validación del modelo

Previamente a la explotación de los modelos, los parámetros expuestos con anterioridad fueron definidos y ajustados también en base a una *calibración por prueba y error* y posterior *validación* efectuada sobre el modelo de la cuenca del A° San Lorenzo, en virtud de la existencia de datos de caudales de esta corriente.

Esta información es provista por la estación hidrométrica identificada como N°3.840 de la *Red Hidrológica Nacional*, ubicada en la sección del puente de la RN N°12, y ofrece datos diarios desde el año 2.016.

Dado que los parámetros varían en el tiempo y con las variables del modelo, para este propósito se seleccionaron valores de caudales del registro correspondientes al rango de flujos máximos, en concordancia con los propósitos de este estudio, de manera de obtener valores apropiados de los parámetros para un estado o nivel semejante, los cuales pueden ser muy diferentes de aquellos asociados a periodos de caudales medios o de bajantes.

En efecto, la calibración se realizó con el mayor *caudal medio máximo diario* registrado, ocurrido en enero del año 2.019, al cual se lo asoció con valores de precipitación de la serie histórica correspondientes a los días previos, los que teóricamente generaron dicho gasto.

CALIBRACIÓN									
VARIABLES				PARÁMETROS			MODELO		
Fecha	P [mm]	Q [m3/s]	H [m]	CN	la [mm]	T Retardo [min]	Q [m3/s]	TP [hs]	Vol [mm]
11/1/2019	19,8	248,72	5,8	73	18	6048	237,9	169	128,26
10/1/2019	49,3								
9/1/2019	22,2								
8/1/2019	20,9								
7/1/2019	97,1								

Tabla 6.17 – Valores de las variables y parámetros calibrados para el modelo de la cuenca del A° San Lorenzo.

Por su parte, para la verificación del modelo se comparó el caudal obtenido a partir una corrida de simulación con el *caudal máximo medio diario* correspondiente al año 2.017, a partir de introducir los parámetros anteriormente calibrados y de utilizar como variable de entrada los totales precipitados en los días anteriores a dicho evento real.

VALIDACIÓN									
VARIABLES				PARÁMETROS			MODELO		
Fecha	P [mm]	Q [m3/s]	H [m]	CN	la [mm]	T Retardo [min]	Q [m3/s]	TP [hs]	Vol [mm]
26/4/2017	0,0	103,64	5,1	73	18	6048	111,6	181	50,19
25/4/2017	65,4								
24/4/2017	30,0								
23/4/2017	0,0								
22/4/2017	20,8								

Tabla 6.18 – Valores de las variables y parámetros validados para el modelo de la cuenca del A° San Lorenzo.

Los resultados obtenidos a partir de este procedimiento se consideran aceptables, tomando en cuenta las múltiples simplificaciones a las que se ha acudido, fundamentalmente como consecuencia de la falta información que es requerida para aportar mayores precisiones. Se recuerda que los datos diarios de precipitaciones se obtuvieron de un promedio sobre una

estación hipotética ubicada fuera de los límites de esta cuenca, y que se ha asumido una distribución uniforme de la precipitación sobre el área de drenaje, siendo que el modelado de cuencas relativamente grandes es altamente sensible a este parámetro.

Posteriormente, las conclusiones otorgadas por el proceso fueron extrapoladas a las demás cuencas y sirvieron como elemento de juicio a la hora de ajustar los parámetros que fueron inicialmente adoptados para luego ser luego utilizados en la modelación de las mismas.



Figura 6.11 – Escala hidrométrica en la sección puente del A° San Lorenzo – Fuente: Relevamiento del grupo.

### 6.10.3- Caudales de diseño

Definidos los parámetros para todas las cuencas, se realizaron corridas de simulación a partir de las tormentas de diseño y para las 3 configuraciones propuestas respecto a la distribución horaria de la precipitación, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuenca	Dist. Horaria Precip. [hs]	Caudal (Q) [m3/s]	Volumen (Vol) [mm]	Tiempo al Pico (TP) [hs]
A° Gonzalez	24	63,5	51,43	43
	12	64,8	51,43	36
	4	65,0	51,43	31
A° Peguajó	24	53,0	63,76	43
	12	54,1	63,76	35
	4	54,3	63,76	31
A° San Lorenzo	24	443,3	236,13	149
	12	442,9	236,13	142
	4	442,1	236,13	162
A° Ambrosio	24	187,0	190,48	108
	12	186,8	190,48	102
	4	186,2	190,48	99

Tabla 6.19 – Cuadro resumen de los resultados de las corridas de simulación con HEC-HMS.

En general, se observa que no existen cambios apreciables en cuanto caudal de punta cuando se pasa de una precipitación distribuida a lo largo de las 24 horas a una concentrada en las primeras 4 horas de cada día. Por su parte, se advierte una disminución del tiempo al pico del hidrograma de escurrimiento directo del orden del 40% para las cuencas de los A° Gonzalez y Pegujó, y del 10% para las cuencas del A° San Lorenzo y Ambrosio, al pasar de ambas configuraciones extremas.

Los resultados correspondientes a las corridas que producen mayor volumen de escorrentía y que representan así las condiciones críticas, observados en la interfaz del software, son los siguientes:

### CUENCA A° GONZALEZ

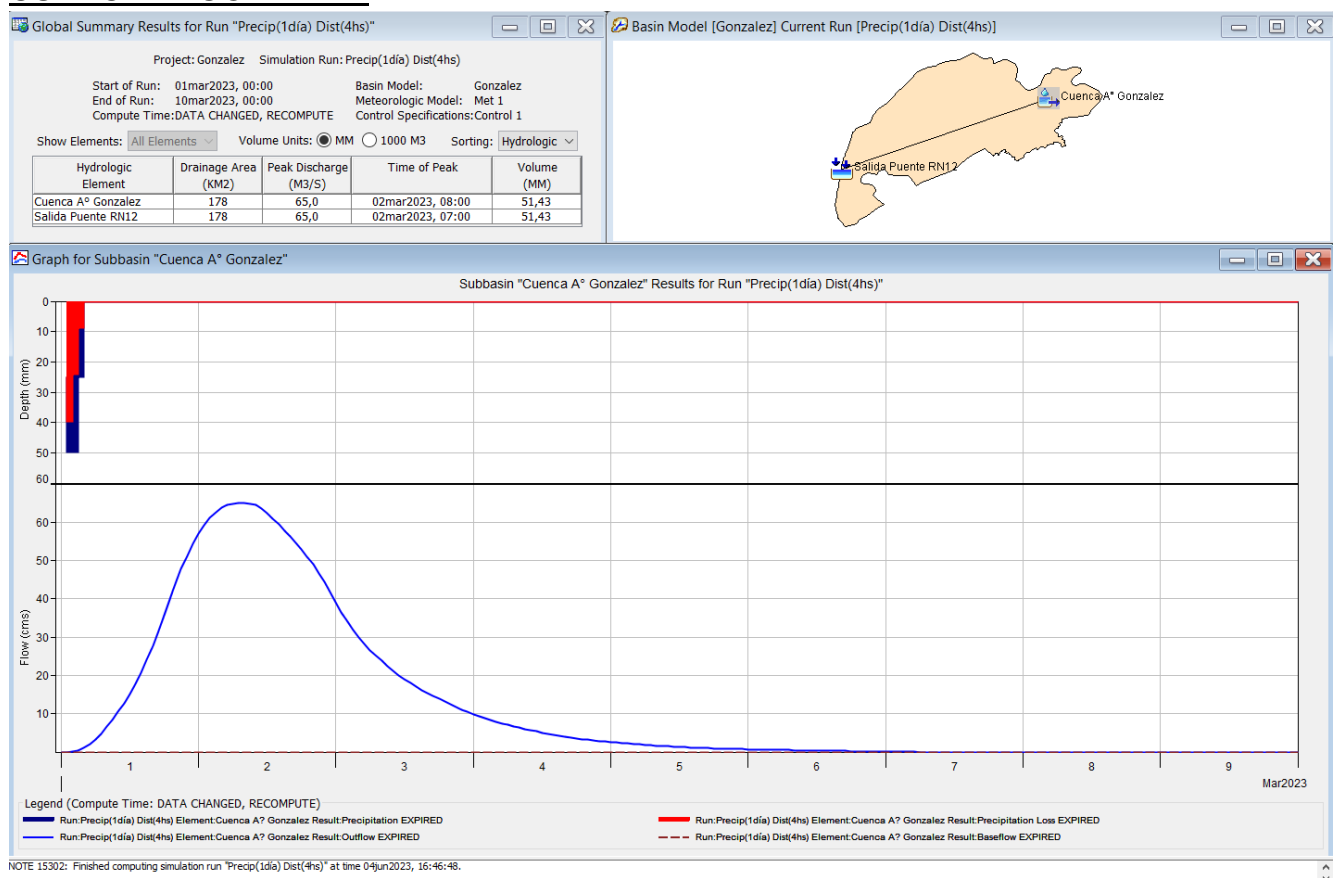


Figura 6.12 – Corrida de simulación para el evento de diseño de la cuenca del A° Gonzalez – Fuente: E. propia.

### CUENCA A° PEGUAJÓ

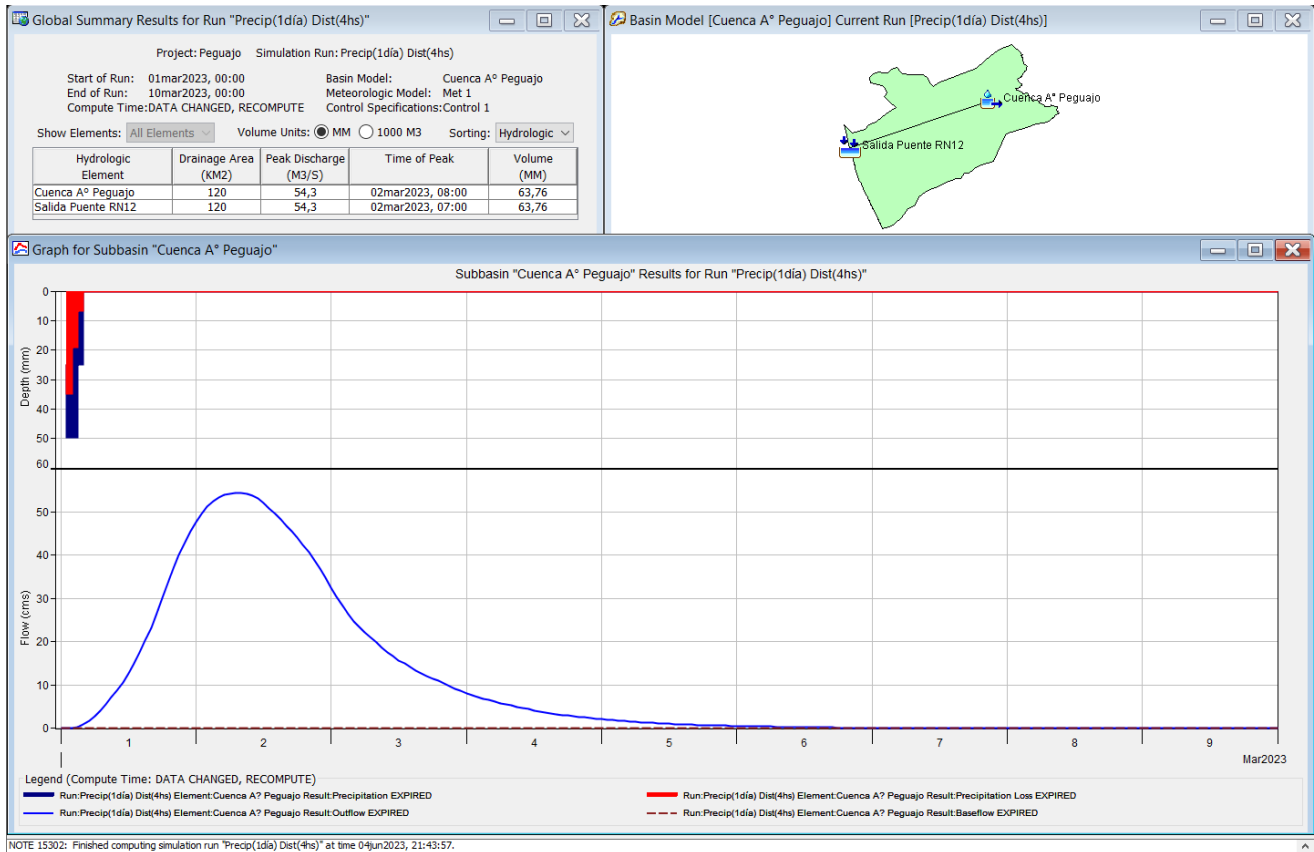


Figura 6.13 – Corrida de simulación para el evento de diseño de la cuenca del A° Peguajó – Fuente: E. propia.

### CUENCA A° SAN LORENZO

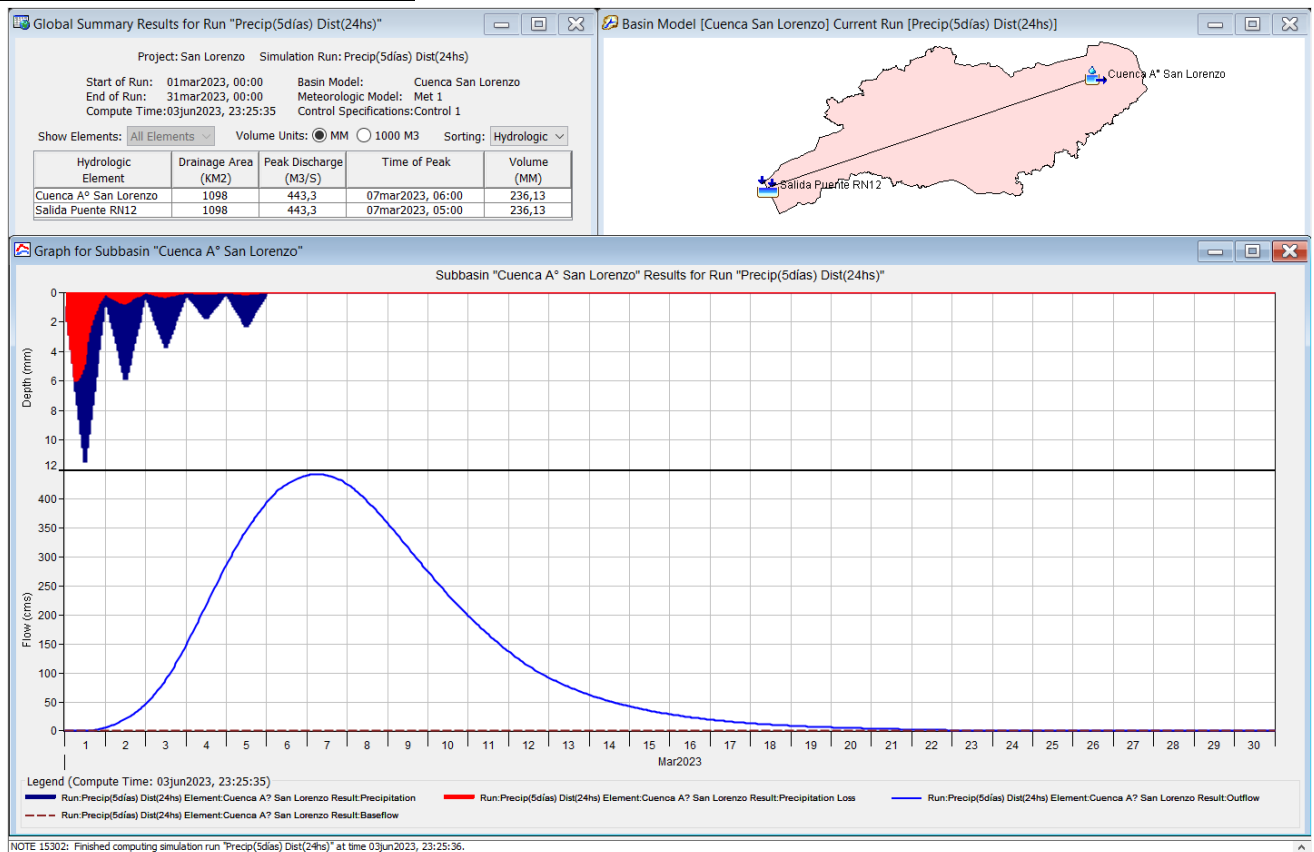


Figura 6.14 – Corrida de simulación para el evento de diseño de la cuenca del A° San Lorenzo.

### CUENCA A° AMBROSIO

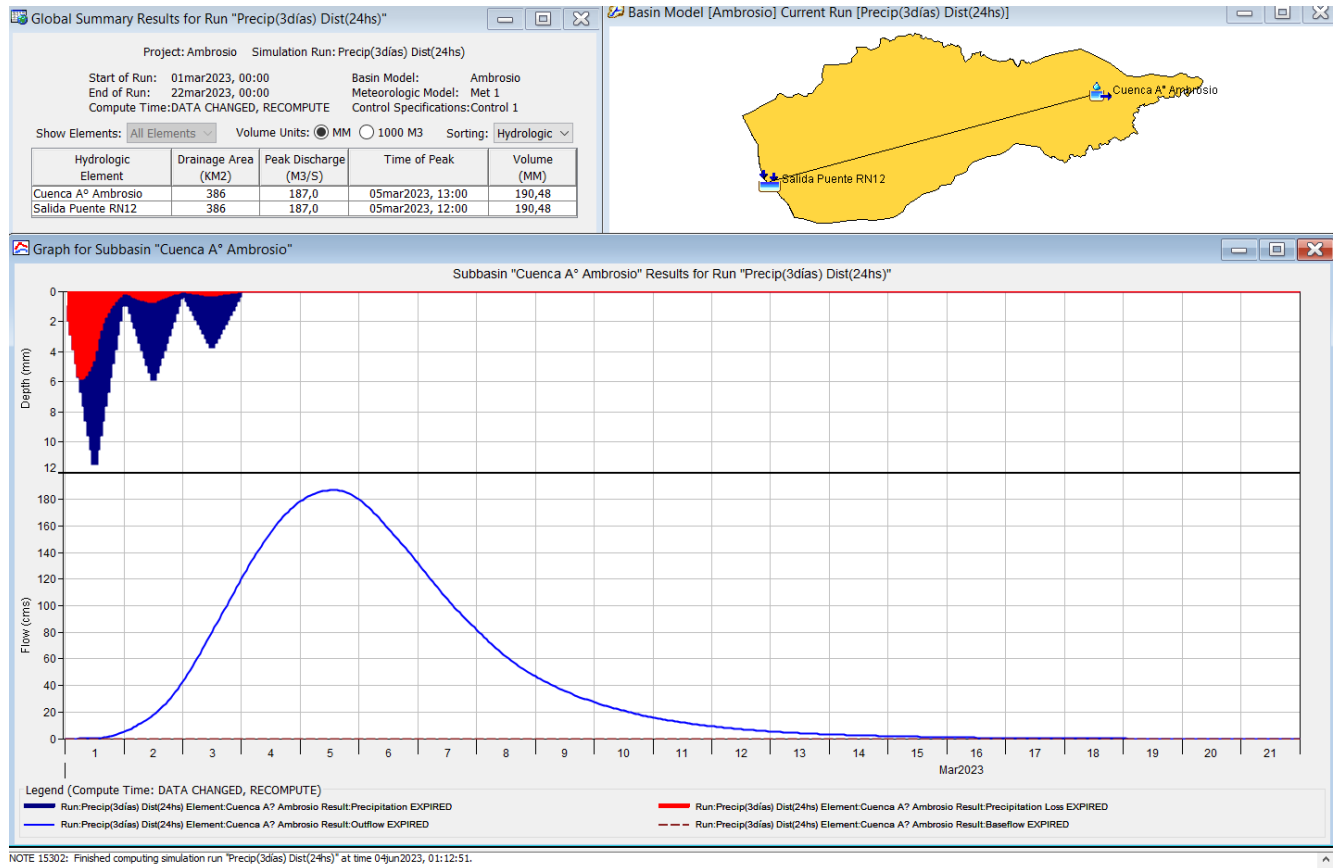


Figura 6.15 – Corrida de simulación para el evento de diseño de la cuenca del A° Ambrosio.

En síntesis, los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Cuenca	Qd [m³/s]	Vol [mm]	TP [hs]
A° Gonzalez	65,0	51,43	31
A° Peguajó	54,3	63,76	31
A° San Lorenzo	443,3	236,13	149
A° Ambrosio	187,0	190,48	108

Tabla 6.18 – Valores críticos obtenidos de las simulaciones con HEC-HMS – Fuente: Elaboración propia.

### 6.11- Nivel de máxima creciente

Con los valores de caudales anteriormente calculados, lo siguiente se enfoca en verificar si las secciones de los puentes, que constituyen los puntos de salida principales de las cuencas en estudio, cuentan con la capacidad suficiente para conducir los excesos generados por los eventos de diseño de forma eficiente, dada su situación actual.

Para ello, se recurrió a documentos y planos, algunos de los cuales corresponden a la obra original y otros a obras de reacondicionamiento de dichas estructuras, facilitados por personal de la DNV, los que se exhiben en el *anexo A.6.38*. Asimismo, durante los relevamientos realizados por el grupo, se efectuaron mensuras tendientes a verificar las magnitudes representadas en los documentos. A partir de ello, se reconocieron sectores que se mantuvieron invariantes con el paso de los años, y otras secciones que se ven modificadas como consecuencia evidente de procesos de sedimentación y erosión del lecho del curso. Posteriormente, los planos fueron “ajustados” en virtud de las diferencias halladas en campaña.

Las condiciones del flujo fueron evaluadas mediante la *ecuación de Manning*, ya que ofrece una solución relativamente simple y satisfactoria para ciertos problemas prácticos, aún más cuando no se cuenta con mayor información acerca de las características de los cursos. Se debe remarcar que, al aplicar una ecuación de flujo uniforme en el estudio de corrientes naturales, los resultados obtenidos deben ser considerados como aproximados, ya que las condiciones reales del flujo están sujetas a múltiples factores inciertos.

Entonces, el gasto que pasa por una sección se puede expresar según Manning como:

$$Q = A \cdot V = A \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$A$ : área de la sección transversal del canal en la ubicación del puente ( $m^2$ );

$V$ : velocidad del flujo ( $m/s$ );

$n$ : coeficiente de rugosidad de Manning;

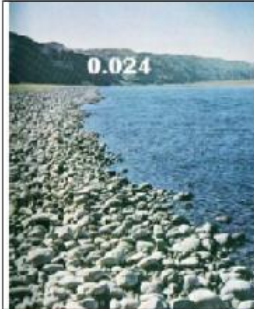
$R$ : radio hidráulico ( $m$ );

$S$ : pendiente hidráulica ( $m/m$ ).

La metodología consistió en determinar los valores de estas variables a partir de iterar la altura de la lámina de agua o tirante sobre el fondo del cauce, hasta lograr como resultado el caudal de diseño  $Q_d$  correspondiente, determinado en el apartado anterior, obteniéndose así la cota esperada de máxima creciente.

En el ejercicio de este procedimiento, la mayor dificultad radica en determinar el *coeficiente de rugosidad*  $n$  apropiado, que es una medida de la resistencia al flujo que ofrece un canal determinado, ya que no existe un método exacto para su definición y a su vez depende de numerosos factores. Por lo tanto, para tal fin se consultaron tablas que enseñan valores comunes de  $n$  para canales de diferentes tipos, así como catálogos de fotografías de cursos para los cuales se han determinado los coeficientes de rugosidad y que permiten asociarlos a otros de características físicas similares.

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianas	Malas
<i>Corrientes naturales:</i>				
(1) Limpios, bordos rectos, llenos, sin hendeduras ni charcos profundos.	0.025	0.0275	0.030	0.033
(2) Igual al (1) pero con algo de hierba y piedra.	0.030	0.033	0.035	0.040
(3) Sinuoso, algunos charcos y escollos, limpio	0.033	0.035	0.040	0.045
(4) Igual al (3), de poco tirante, con pendiente y sección menos eficiente.	0.040	0.045	0.050	0.055
(5) Igual al (3), algo de hierba y piedras.	0.035	0.040	0.045	0.050
(6) Igual al (4), secciones pedregosas.	0.045	0.050	0.055	0.060
(7) Ríos con tramos lentos, cauce enhierbado o con charcos profundos.	0.050	0.060	0.070	0.080
(8) Playas muy enyerbadas.	0.075	0.100	0.125	0.150



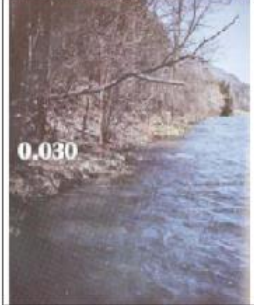
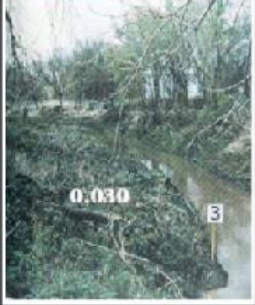




Tabla 6.19 – Valores de *n* dados por Horton para la aplicación de la fórmula de Manning.

Fuente: H.H. Barnes, Características de Rugosidad para Canales Naturales.

Del estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

ARROYO	Coef. rug.	Área mojada	P. mojado	Radio hid.	Pend. Hid.	Velocidad	Caudal	Tirante	Altura Viga Hv [m]	Revancha [m]
	<i>n</i> [-]	Am [m <sup>2</sup> ]	Pm [m]	Rh [m]	S [m/m]	V [m/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	H [m]		
A° Gonzalez	0,030	54,83	23,44	2,34	0,0004	1,19	65,00	3,96	4,5	0,54
A° Pegujó	0,030	55,12	32,67	1,69	0,0004	0,99	54,30	3,18	4,33	1,15
A° San Lorenzo	0,027	403,59	97,89	4,12	0,0001	1,10	443,30	4,20	5,52	1,32
A° Ambrosio	0,030	145,19	47,92	3,03	0,0003	1,29	187,00	3,80	4,91	1,11

Tabla 6.20 – Características hidráulicas de las secciones de los puentes para el caudal de diseño.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, todas las secciones cuentan con capacidad para conducir los caudales críticos, aun sin considerar la colaboración de las numerosas alcantarillas que funcionan en el tramo. Sin embargo, se hace notar que en el caso del puente sobre el A° Gonzalez la altura de la lámina de agua podría alcanzar un nivel de 54 cm por debajo del filo inferior de la viga, con lo cual se estaría incumpliendo el requerimiento establecido en los pliegos al resultar dicha distancia menor que 1 metro.

Como se describiera al inicio del presente capítulo, la cuenca del A° Gonzalez se caracteriza por presentar un predominio del escurrimiento de tipo laminar que en periodos lluviosos se manifiesta como consecuencia del desborde de las aguas retenidas en las zonas deprimidas. En gran medida, ésta es la razón por la cual, de las 28 alcantarillas existentes en el tramo, 10 de ellas se ubican dentro de los límites definidos por esta cuenca, representado más de un tercio del total.

Se propuso entonces cuantificar cual podría ser la colaboración de estas alcantarillas y su incidencia en el drenaje del caudal de diseño, a partir de una relación de las secciones hidráulicas de todas las obras de arte que funcionan para la cuenca.

PROG. [km]	ESTRUCTURA	SECCIÓN		Inc. $Q_d$ [m <sup>3</sup> /s]
		[m <sup>2</sup> ]	[%]	
964,51	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,30m - L=2,00m	2,60	3,1%	2,01
965,48	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,40m - L=2,00m	2,80	3,3%	2,16
966,70	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=2,00m - L=1,50m	3,00	3,6%	2,31
967,50	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,20m - L=1,50m	1,80	2,1%	1,39
968,39	<b>Puente H°A° s/ A° Gonzalez - L=18m</b>	<b>63,91</b>	<b>75,9%</b>	<b>49,32</b>
970,55	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,10m - L=2,00m	2,20	2,6%	1,70
972,52	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,10m - L=1,00m	1,10	1,3%	0,85
972,84	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,60m - L=1,50m	2,40	2,8%	1,85
973,22	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,60m - L=1,50m	2,40	2,8%	1,85
973,51	Alcantarilla Tipo O-41211 - H=1,35m - L=1,50m	2,03	2,4%	1,56
<b>TOTAL =</b>		<b>84,24</b>	<b>100%</b>	<b>65</b>

Tabla 6.21 – Incidencia de las obras de arte en el drenaje del  $Q_d$  para la cuenca del A° Gonzalez.

Repitiendo el procedimiento iterativo realizado, pero tomando ahora como objetivo la porción del caudal que en teoría solicitará al puente sobre el A° Gonzalez, se obtiene que, para tales condiciones, se cumple el requerimiento exigido en los pliegos, según se muestra a continuación.

ARROYO	Coef. rug.	Área mojada	P. mojado	Radio hid.	Pend. Hid.	Velocidad	Caudal	Tirante	Altura Viga	Revancha
	n	Am	Pm	Rh	S	V	Q	H	Hv	[m]
	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m]	[m]
A° Gonzalez	0,030	45,64	22,48	2,03	0,0004	1,08	49,32	3,48	4,5	1,02

Tabla 6.22 – Características hidráulicas de la sección del puente del A° Gonzalez para  $Q_{d_{puente}}$ .

Se presentan seguidamente los perfiles generados en el análisis.

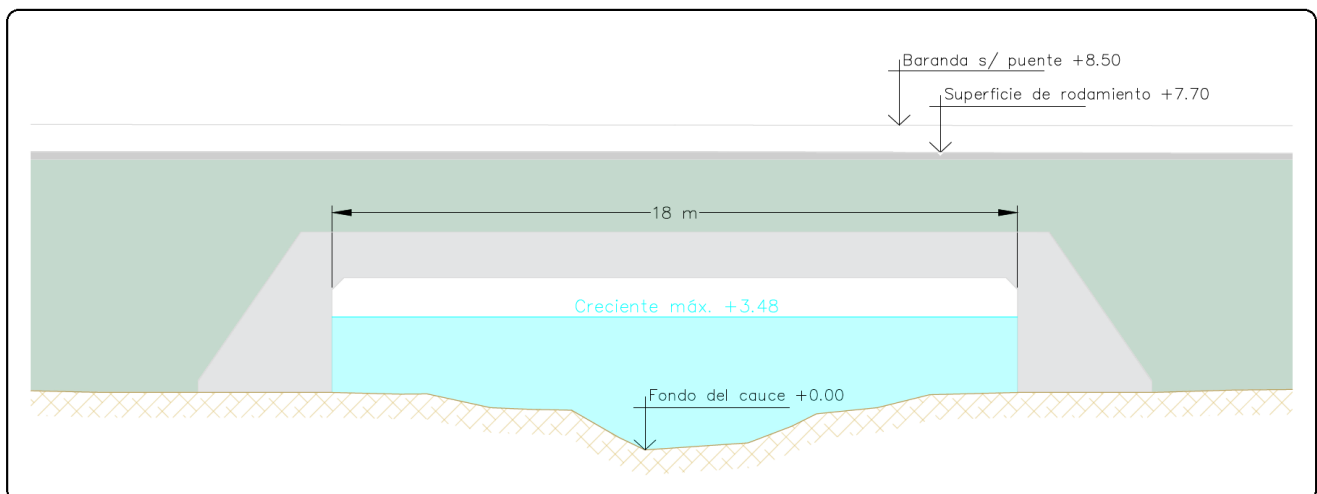


Figura 6.16 – Perfil hidráulico en la sección puente sobre el A° Gonzalez para  $Q_d = 49,32 \text{ m}^3/\text{s}$ .

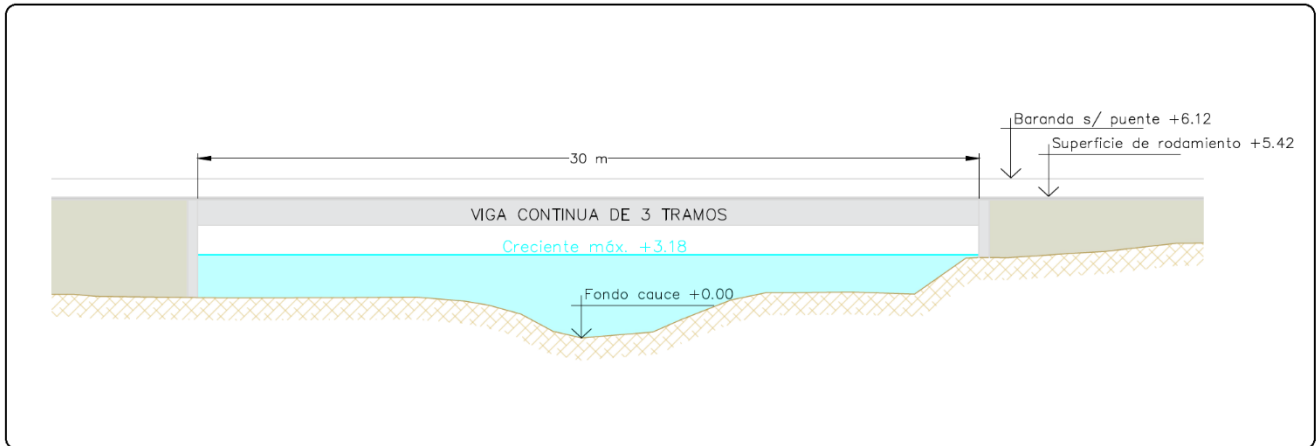


Figura 6.17 – Perfil hidráulico en la sección puente sobre el A° Peguajó para  $Q_d= 54,30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

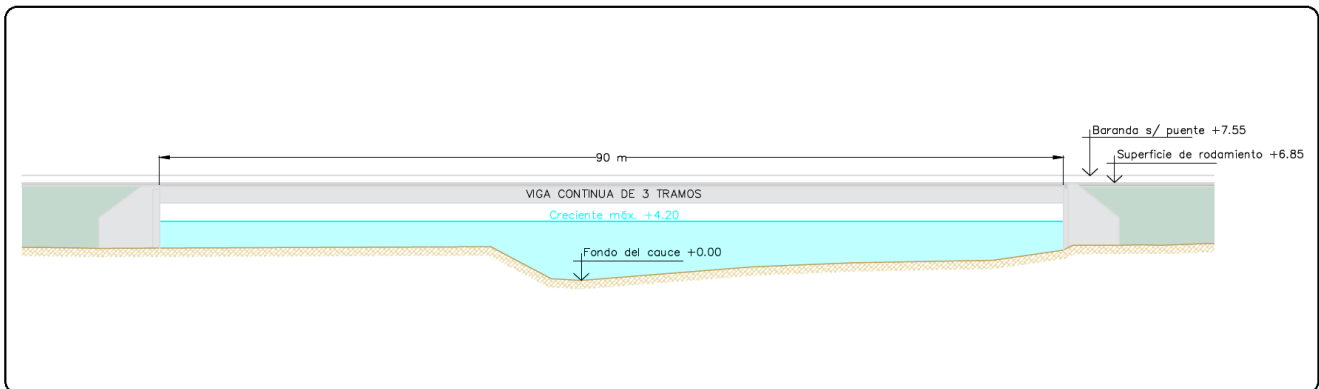


Figura 6.18 – Perfil hidráulico en la sección puente sobre el A° San Lorenzo para  $Q_d= 443,30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

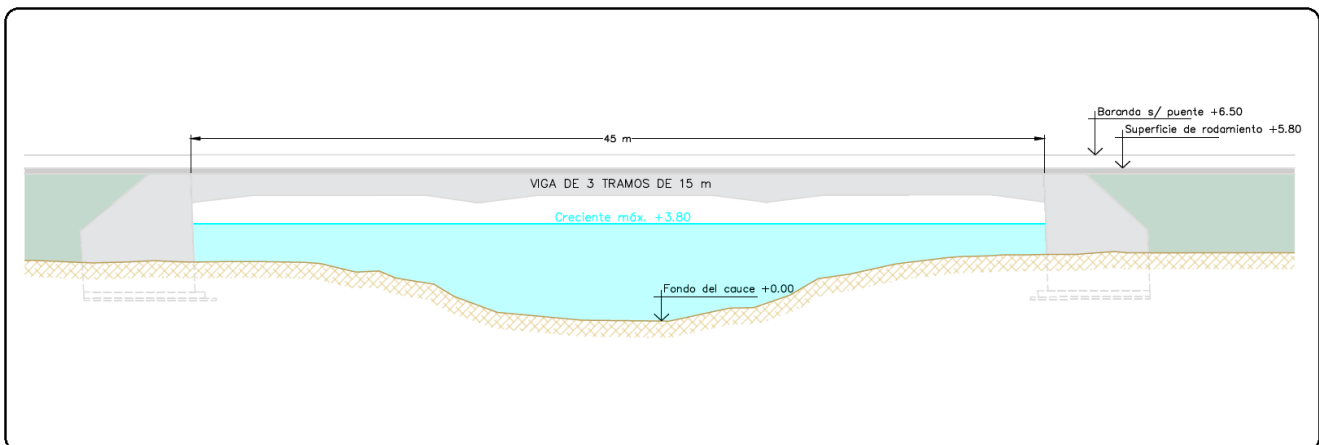


Figura 6.19 – Perfil hidráulico en la sección puente sobre el A° Ambrosio para  $Q_d= 187,00 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 6.12- Análisis de erosión

La presencia de un puente en un punto determinado de un canal natural muchas veces, por razones de economía, significa una reducción o estrechamiento de su área hidráulica, lo que conlleva un aumento de la velocidad del flujo en dicha sección y, como consecuencia, de la capacidad de arrastrar materiales del lecho. Amén de ello, esta sección se vuelve altamente susceptible a sufrir la degradación del fondo.

Se entiende que las secciones viejas, que han soportado numerosos periodos hidrológicos, presentan cierto grado de estabilidad y admiten velocidades mucho más altas que en sus inicios por haber adquirido una condición de equilibrio, en la medida que no se evidencien modificaciones de significancia en el funcionamiento de la cuenca.

Sin embargo, con el fin de estimar, aunque más no fuera de forma expeditiva, las profundidades a las que podría alcanzar el efecto erosivo ante la ocurrencia de las avenidas de diseño, se plantea la determinación de la *socavación general* mediante el criterio propuesto por *Lischtvan-Lebediev*.

Además, el estudio se realiza específicamente para las secciones de los puentes sobre los arroyos Gonzalez y Pegujó, dado que los mismos descansan sobre cimentaciones poco profundas. Distinto es el caso de los puentes sobre los arroyos San Lorenzo y Ambrosio, donde las subestructuras están materializadas por pilotes cuyas cotas de fundación alcanzan estratos mucho más profundos. Es evidente que el conocimiento de las profundidades a las que podría alcanzar la socavación reviste de mayor importancia en el caso de los primeros, ya que las consecuencias de los efectos asociados un descenso del fondo son de distinta magnitud.

Según esta teoría, la condición para que exista arrastre de las partículas del fondo es que la *velocidad media real* de la corriente ( $V_r$ ) sea superior que la velocidad erosiva ( $V_e$ ) requerida para iniciar la socavación, la que depende de las características del material del fondo y del tirante de la corriente para el caudal considerado.

De esta forma, la velocidad erosiva puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$V_e = 0,68 \beta d_m^{0,28} H_s^x \quad (m/s)$$

$\beta$ : coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida en estudio, cuyo valor se encuentra tabulado;

$d_m$ : diámetro medio de los granos del fondo (mm);

$H_s$ : tirante para el cual se desea conocer la velocidad erosiva (m).

$x$ : exponente variable que depende del diámetro del material cuyo valor se presenta tabulado.

Como hipótesis para el cálculo se plantea que la rugosidad es uniforme en toda la sección transversal del cruce y que el periodo de retorno del caudal considerado es igual al de la tormenta que lo produjo.

Probabilidad anual (en %) de que se presente el gasto de diseño	Coefficiente $\beta$
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

Tabla 6.23 – Valores del coef.  $\beta$  para ser utilizados en la fórmula de Lischtvan-Lebediev.

Fuente: JUAREZ BADILLO, E., RICO RODRIGUEZ, A. (1974), *Mecánica de Suelos - Tomo III - Flujo de Agua en Suelos*.

SUELOS COHESIVOS						SUELOS NO COHESIVOS					
$\gamma_d$ mm	x	$\frac{1}{1+x}$	$\gamma_d$ mm	x	$\frac{1}{1+x}$	d mm	x	$\frac{1}{1+x}$	d mm	x	$\frac{1}{1+x}$
0.80	0.52	0.66	1.20	0.39	0.72	0.05	0.43	0.70	40.00	0.30	0.77
0.83	0.51	0.66	1.20	0.38	0.72	0.15	0.42	0.70	60.00	0.29	0.78
0.86	0.50	0.67	1.28	0.37	0.73	0.50	0.41	0.71	90.00	0.28	0.78
0.88	0.49	0.67	1.34	0.36	0.74	1.00	0.40	0.71	140.00	0.27	0.79
0.90	0.48	0.67	1.40	0.35	0.74	1.50	0.39	0.72	190.00	0.26	0.79
0.93	0.47	0.68	1.46	0.34	0.75	2.50	0.38	0.72	250.00	0.25	0.80
0.96	0.46	0.68	1.52	0.33	0.75	4.00	0.37	0.73	310.00	0.24	0.81
0.98	0.45	0.69	1.58	0.32	0.76	6.00	0.36	0.74	370.00	0.23	0.81
1.00	0.44	0.69	1.64	0.31	0.76	8.00	0.35	0.74	450.00	0.22	0.83
1.04	0.43	0.70	1.71	0.30	0.77	10.00	0.34	0.75	570.00	0.21	0.83
1.08	0.42	0.70	1.80	0.29	0.78	15.00	0.33	0.75	750.00	0.20	0.83
1.12	0.41	0.71	1.89	0.28	0.78	20.00	0.32	0.76	1000.00	0.19	0.84
1.16	0.40	0.71	2.00	0.27	0.79	25.00	0.31	0.76			

Tabla 6.24 – Valores del exponente x para ser utilizados en la fórmula de Lischtvan-Lebediev.

Fuente: JUAREZ BADILLO, E., RICO RODRIGUEZ, A. (1974), *Mecánica de Suelos - Tomo III - Flujo de Agua en Suelos*.

La hipótesis principal de esta teoría es que el gasto permanece constante durante todo el proceso, por lo tanto, a medida que el tirante comienza a incrementarse desde su valor inicial  $H_0$ , antes de iniciada la erosión, la sección de paso se vuelve cada vez más grande y como consecuencia la velocidad disminuye.

Finalmente, la erosión se detiene una vez alcanzada una determinada profundidad para la cual  $V_r = V_e$ , que es la condición de equilibrio. Así, el tirante final  $H_f$  estimado se calcula como:

$$H_f = \left[ \frac{(1/n) \sqrt{S} H_0^{5/3}}{0,68 \beta d_m^{0,28}} \right]^{1/(1+x)}$$

n: coeficiente de rugosidad de Manning;

S: pendiente hidráulica [m/m].

Al restarle el tirante inicial, se determina la profundidad de socavación esperada.

Arroyo	n [-]	S [m/m]	Tirante inicial ( $H_0$ ) [m]	Material del lecho	$d_m$ [mm]	$\beta$ [-]	x [-]	Tirante Final ( $H_f$ ) [m]	Socavación [m]
Gonzalez	0,030	0,0004	3,48	Arena mediana	0,75	1	0,405	4,61	1,13
Pegujó	0,030	0,0004	3,18	Arena mediana	0,50	1	0,410	4,58	1,40

Tabla 6.25 – Profundidad de socavación en las secciones de los puentes para un  $Q_d$  de  $TR=100$  años.

Se obtiene que la socavación a esperarse como consecuencia del paso de la avenida de diseño, en la sección puente del A° Pegujó alcanza una profundidad de 1,40 metros por debajo del fondo actual. Se tiene conocimiento, a partir de los planos conseguidos, que la cota de fundación dista del fondo actual a 1,65 metros, encontrándose en buenas condiciones ante una posible degradación del suelo de sustento de la estructura.

En lo referente al puente sobre el arroyo Gonzalez, no se obtuvo información que dé cuenta de la profundidad a la que se encuentra la base de la zapata por lo que, en oportunidad de concretarse estudios a nivel de proyecto, se sugiere que se verifique dicha información a efectos de garantizar las condiciones de seguridad.

Dado que la corriente del agua forma vórtices en cercanías de las estructuras del puente, se recomienda asimismo evaluar la *socavación local* al pie de pilas y estribos a partir de estudios que aporten mayores precisiones para su determinación.

### 6.13- Alcantarillas y cunetas

En base a los relevamientos de las obras de arte efectuados por el grupo, se encontró que, en términos generales, las alcantarillas se mantienen en buenas condiciones de conservación desde el punto de vista estructural.

Sin embargo, la presencia de una abundante maleza, tanto en la entrada como en la salida de las mismas, hace evidente la falta de mantenimiento que afecta a casi la totalidad de las obras.

Naturalmente, la presencia de materiales ajenos a las obras dificulta el libre escurrimiento de los excesos superficiales por reducción de la sección hidráulica, lo que conduce a un aumento de la velocidad del flujo. Como consecuencia, es de esperarse inundaciones de las cunetas y erosiones que, según la magnitud, podrían provocar lagrimones, cárcavas y hasta desmoronamientos.

A fin de mitigar los efectos nocivos asociados a las obstrucciones, se recomienda efectuar un programa de mantenimiento que incluya inspecciones antes y después de periodos lluviosos de manera de verificar: el estado hidráulico y estructural de las obras; depósitos de sedimentos; erosión de entrada o salida.



Figura 6.20 – Estado general de conservación de las alcantarillas del tramo – Fuente: Relevamiento del grupo.

En cuanto a las cunetas longitudinales del camino, se han observado sectores afectados por la falta de limpieza, con presencia de residuos y desechos. Si bien esta situación se vio en lugares muy localizados del tramo, y en cercanías de zonas urbanas, se sugiere intensificar las tareas de mantenimiento a efectos de lograr la eficiencia esperada del sistema.

Por su parte, no se ha encontrado en el tramo zonas de evidente erosión por lo que no resultaría necesario proyectar revestimientos, retardadores o saltos que son requeridos para atender esa clase problemas.



Figura 6.21 – Estado general de conservación de las cunetas del tramo – Fuente: Relevamiento del grupo.

## FUENTES DE CONSULTA

SERRA, P. “Dinámica hídrica y geomorfológica de las planicies Correntinas”.

POPOLIZIO, E. “Características geomorfológicas e hidrográficas de la provincia de Corrientes”.

POPOLIZIO, E. “Obras de ingeniería en zonas con riesgo de inundación”.

CHOW, V., MAIDMENT, D.R. & MAYS, L. W. (1994), Hidrología Aplicada.

CHOW, V. (1959), Hidráulica de Canales Abiertos.

JUAREZ BADILLO, E., RICO RODRIGUEZ, A. (1974), Mecánica de Suelos, Tomo III, Flujo de Agua en Suelos.

DNV - Órgano de Control de Concesiones Viales. Pliego de Especificaciones Técnicas (2017).

HIDROYET CONSULTORES (2017), “Proyecto de Protección contra la erosión en el Arroyo Santa María y Ruta Nacional N°12, TR 100 años”.

CAZANAVE, G., VIVES, L., VILLANUEVA, A. (2008), “Simulación Agregada y Distribuida de un Área de Llanura: Arroyo Santa Catalina, Partido Azul, Buenos Aires”.

DI MARTINO PALERMO, L., ORTIZ VACIS, L. (2022), “Anteproyecto de Mejora de la Ruta Provincial N°5 – Corrientes”.

ALEGRE, R. (2022), “Anteproyecto de Colectora las Toscas”.

ROSHDESTWENSKY, K., BOGLIOTTI, E., PEYRANO, E., (2014), “Diseño y Cálculo del Anteproyecto del Puente sobre el Río Negro en la RNN°16”.

<http://bdhi.hidricosargentina.gob.ar/>

<http://sigainta.gob.ar/#/>

<http://wms.sig-ctes.inta.gob.ar/geocorrientes>

## CAPITULO 7: INTERSECCIONES Y ACCESOS.

### 7.1- Introducción.

Las intersecciones a nivel representan puntos conflictivos desde el punto de vista del flujo vehicular. Los movimientos de los vehículos deben ser estudiados cuidadosamente para poder lograr, a través de la aplicación de las Jerarquías de Control, el flujo ordenado del tránsito.

Como en el caso de éste trabajo, las intersecciones se dan entre una vía de flujo continuo (Vía donde los vehículos desarrollan altas velocidades y no se espera que frenen en la intersección) y accesos a localidades, no se espera que el NIVEL 1 (Regla Básica de Paso) de las Jerarquías de control se cumplan.

*El NIVEL 1 de las Jerarquías de control establece que, en ausencia de una señal de "ALTO", el vehículo que circula por la derecha tiene el derecho de paso sobre aquél que circula por la izquierda. Es decir, que cualquier accidente ocasionado, la responsabilidad es atribuida a aquél que circula por la izquierda.*

Por lo mencionado las condiciones de la intersección no son seguras, por lo que se recurre al NIVEL 2 (Asignación directa del derecho de paso a través de la colocación de señales de CEDA EL PASO o PARE).

### 7.2- Análisis particular de cada Intersección.

7.2.1- Intersección Ruta Nacional N12 y la Av. Gral. Sarmiento (Acceso sur a la localidad de Empedrado), se observa en el siguiente gráfico que ambas vías forman un ángulo agudo.





Figura 7.1 - Intersección RN12 (Ascendente) y Av. Gral. Sarmiento (Acc. Sur Empedrado) – Km 975 – Fuente: Google Earth

Según el **Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (MUTCD)**, ésta intersección merece la colocación de un cartel de **PARE** en la calle secundaria (Av. Gral. Sarmiento), según la **GARANTIA A**, que establece “una intersección entre una calle principal y una secundaria, donde los derechos de paso normales no se espera que operen con seguridad” y la **GARANTIA B**, que establece “Calles que entren a autopistas u otras calles de tránsito continuo”.

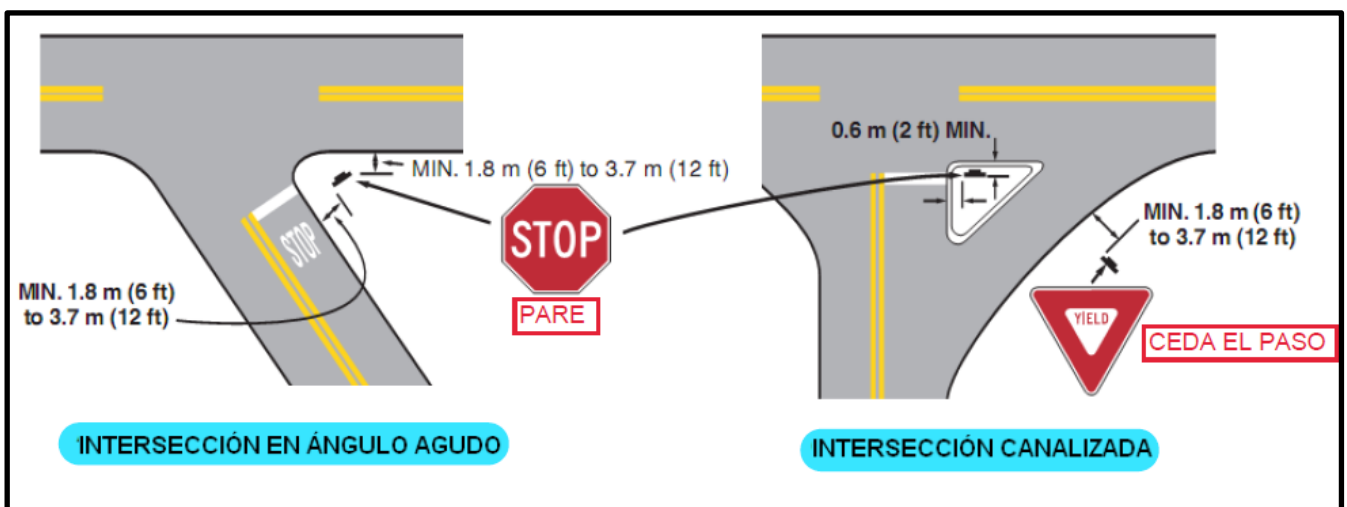


Figura 7.2 – Fuente: MUTCD



La colocación de ésta señal de tránsito implica que los vehículos que circulan por la calle secundaria deben detener la marcha completamente cuando lleguen a la intersección.

Las intersecciones controladas por **PARE** no se necesitan triángulos visuales de aproximación (Según Normas de DNV) porque todos los vehículos del camino secundario (AV. Gral. Sarmiento – Acc. Empedrado) deben parar antes de entrar o cruzar el camino principal.

Procediendo a la maniobra de cruce una vez que los vehículos que circulan por la calle principal (RNN12) hayan despejado la intersección.

En cuanto a los vehículos que circulan por la Ruta Nacional N12, sus movimientos, deben estar condicionados por carteleras de límites de velocidad y prohibición de sobrepaso en la intersección.

A continuación, una imagen ilustrativa del **camino principal** y las señalizaciones correspondientes, recomendables antes de llegar a una intersección.

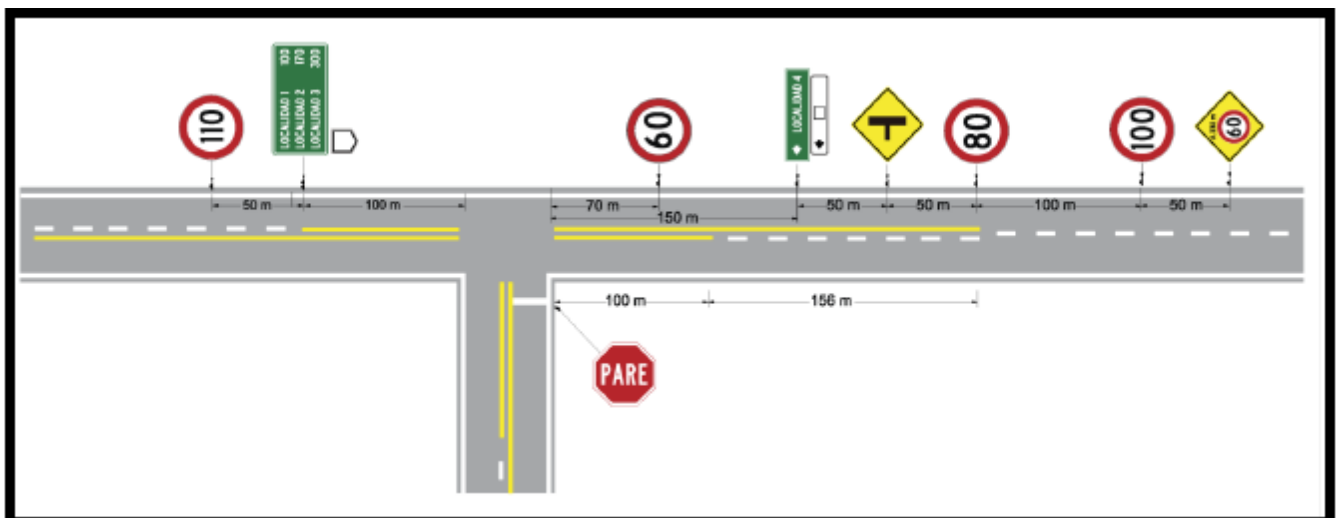


Figura 7.3 - Fuente: Manual de Señalización Vertical DNV

**7.2.2- Intersección la Ruta Nacional N12 y la Ruta Provincial N16 (Acceso a la localidad de San Lorenzo), se observa la misma situación que la intersección anterior.**

La misma debe estar controlada por un cartel de **PARE** en la calle secundaria (Acceso a San Lorenzo), y aplicar las señalizaciones correspondientes en la vía principal, mencionadas anteriormente.



Figura 7.4 - Intersección RN12 y RP16 (Acc. San Lorenzo) – Km 956 – Fuente: Google Earth



Figura 7.5 - Intersección RN12 y RP16 (Acc. San Lorenzo) – Km 956 – Fuente: Google Earth



Figura 7.6 - Intersección RN12 y RP16 (Acc. San Lorenzo) – Km 956 – Fuente: Google Earth

### 7.2.3- Intersección Ruta Nacional N12, Ruta Provincial N27 y Ruta Nacional N118.

En la siguiente intersección, las distintas vías que participan tienen un flujo continuo de vehículos, a velocidades elevadas, lo que dificulta la aplicación de las reglas básicas de paso.



Figura 7.7 - Intersección RN12 – RP27 – RN 118 (Cuatro Bocas) – Fuente: Google Earth:



Figura 7.8 - Intersección RN12 (Ascendente) – RP27 – RN 118 (Cuatro Bocas) - Fuente: Google Earth:



Figura 7.9 - Intersección RN12 (Descendente) – RP27 – RN 118 (Cuatro Bocas) – Fuente: Google Earth

En esta intersección convergen grandes volúmenes de vehículos por tratarse de la unión de rutas nacionales y provinciales.

Constituye un punto conflictivo desde el punto de vista del flujo, cuyas velocidades son controladas a través de un control policial, quienes obligan a disminuirlas.

En el siguiente gráfico se muestran los TMDA de las Rutas Nacionales N°12 y N°118, con el propósito de demostrar que la RNN12 tiene mayor flujo de tránsito, para así, afirmar que es considerada la principal y la 118 la secundaria. No se cuenta con registros de TMDA de la Ruta Provincial N°27.

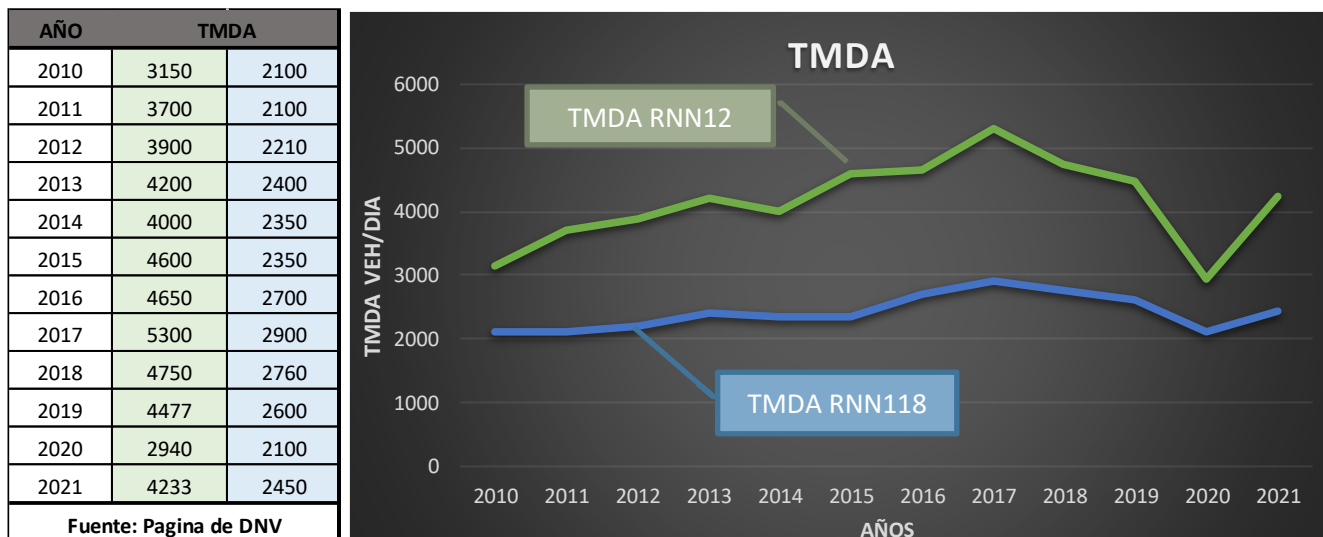


Figura 7.9 – Comparación de TMDA entre RNN12 y RNN118 - Fuente: Sitio web DNV

Para éste tipo de intersección, se aconseja la aplicación de un paso a distinto nivel para la RNN12 por ser la vía con mayor flujo de tránsito.

De ésta manera, los vehículos que circulan por las distintas vías no generan puntos conflictivos al arribar a la intersección. Reduciendo, de ésta manera, la ocurrencia de accidentes, además de no disminuir su velocidad.

De darse un accidente, el ángulo de impacto sería bajo, lo que implica muy poca gravedad del daño ocasionado.

La aplicación de éste tipo de elementos implica un estudio más exhaustivo que no se aborda debido a que se está trabajando a nivel de anteproyecto.

A continuación, se plasman planos tipo, según DNV.

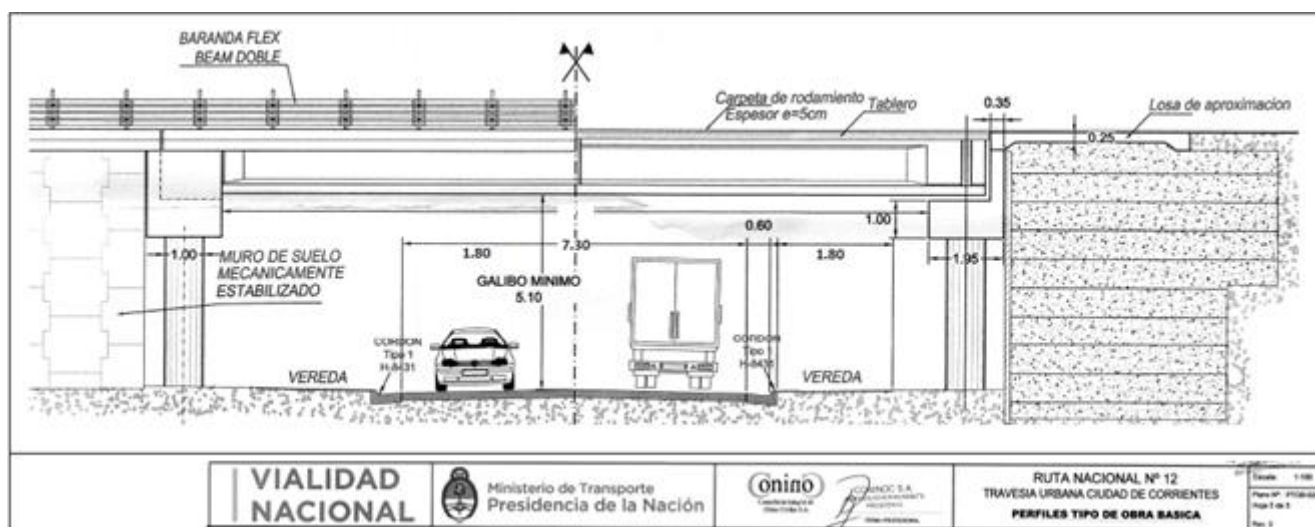


Figura 7.10 - Fuente: PETG DNV

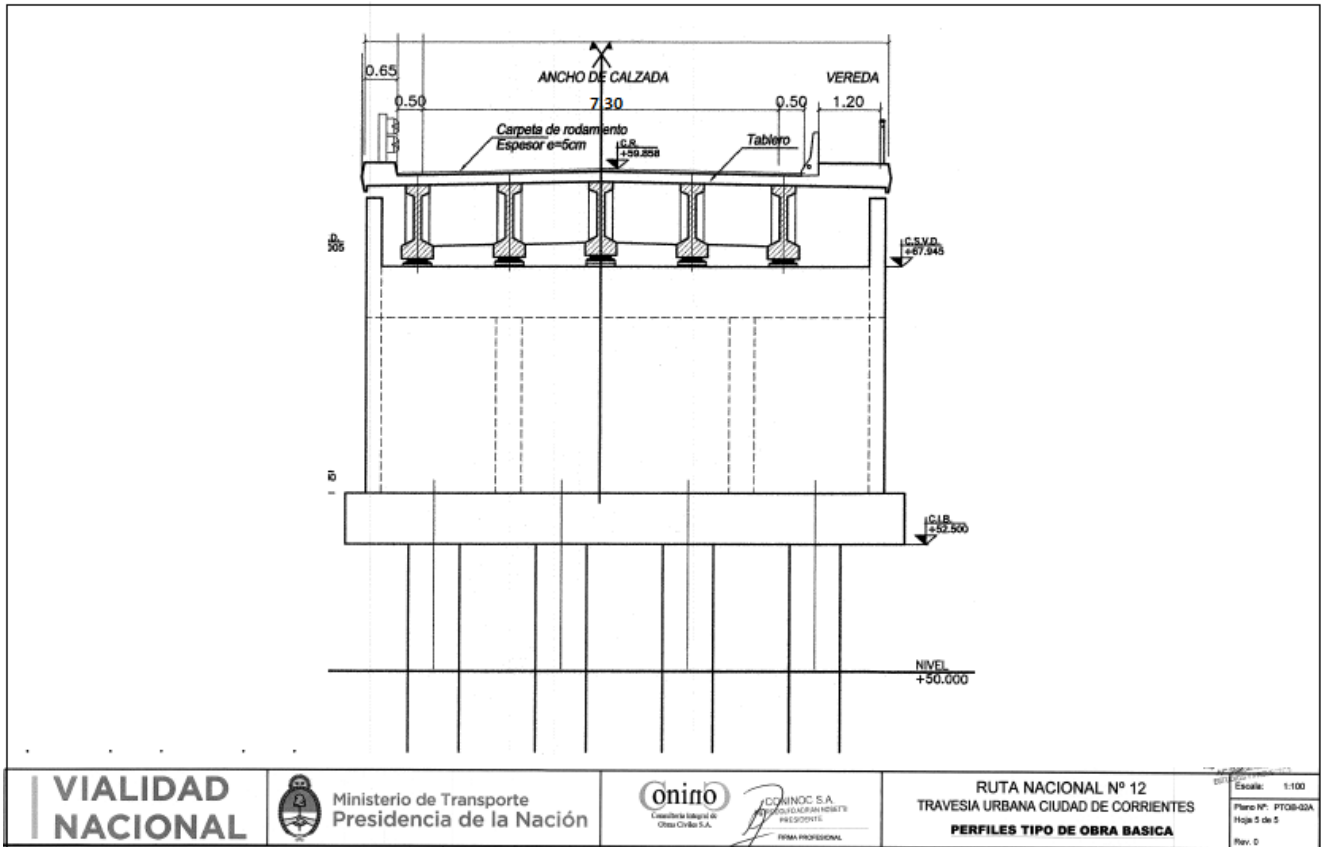


Figura 7.11 - Fuente: PETG DNV

## CAPITULO 8: SEGURIDAD VIAL.

### 8.1- Introducción.

Como se mencionó en el apartado 1.5, los siniestros viales representan punto importante y casi cotidiano en las rutas nacionales de nuestro país. De acuerdo a un estudio publicado por el *Instituto de Administración de Empresas Agropecuarias*, dependiente de la *Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE*, el 48% de los siniestros viales ocurridos en las rutas nacionales de la provincia durante los primeros ocho meses del 2022 ocurrieron en la Ruta Nacional N°12, en varias ocasiones entre el kilómetro 940 y el 1.030.

El concepto de "Seguridad Vial", en sí, no asegura la eliminación por completo de los siniestros viales, pero hace todo lo posible para poder reducir los mismos.

Para poder mermar los siniestros viales, se recurre a una solución que engloba una serie de modificaciones, obras complementarias y otros accesorios que contribuyen a mejorar la seguridad vial.

En los capítulos anteriores se trataron algunas de estas soluciones, como ser: Ensanchamiento de la calzada (de 6.70 m a 7.30 m), pavimentación de banquetas (1.80 m de ancho), que alojan motos y bicicletas, o momentáneamente vehículos de gran porte permitiendo el sobrepaso del pelotón formado detrás de los mismos. Se complementan con señales de tránsito, tanto vertical como horizontal, iluminación de accesos, dársenas de transporte público y refugio para sus usuarios.

A lo que respecta en cuanto a la readecuación de estructura del paquete, banquetas y ensanche de calzada fueron tratados en capítulos anteriores.

### 8.2- Señalización vertical y horizontal.

Para una correcta interpretación de las señales de tránsito, el usuario del camino previamente debería tener en lo posible, un alto grado de conocimiento para la fácil interpretación de las señales que se le impone, pudiendo así efectuar la acción correspondiente según la señal.

Estas señales pueden ser de carácter PREVENTIVO, que establece de alguna situación fuera de lo normal en el camino. REGLAMENTARIO, que dan una orden que obligatoriamente los conductores deben cumplirla. INFORMATIVO, que orientan, informan acerca de servicios, lugares, caminos, etc.


















VIALIDAD NACIONAL <small>Manual de Señalamiento Vertical. Edición 2017.</small>								
POR SU FORMA								
CUADRADO <small>CON DIAGONAL EN VERTICAL</small>			CÍRCULO			RECTÁNGULO		
								
PREVIENE			REGLAMENTA			INFORMA		
POR SU COLOR								
								
PREVIENE O ADVIERTE POTENCIAL PELIGRO	PREVIENE UN POTENCIAL PELIGRO EN ZONA DE OBRA	PROHIBE, RESTRINGE U OBLIGA		PERMITE	INFORMA INSTITUCIONAL HISTORICO Y DE SERVICIO	INFORMA DESTINOS O ITINERARIOS	INFORMA ANUNCIOS ESPECIALES	EDUCATIVOS
FORMAS Y COLORES SINGULARES								
								
OCTOGONO CON LEYENDA "PARE" OBLIGA A PARAR Y A CEDER EL PASO	TRIANGULO EQUILÁTERO CVÉRTICE HACIASBAJO OBLIGA A CEDER EL PASO	TRIANGULO EQUILÁTERO CVÉRTICE HACIAARRIBA ADVERTENCIA DE MÁXIMO PELIGRO	RECTÁNGULO EN VERTICAL PANELES DE PREVENCIÓN	CRUZ DE SAN ANDRÉS CRUCE FERROVIARIO				

Figura 8.1 - Fuente: Manual de señalamiento vertical - DNV

A continuación, algunas señales de tránsito existentes.

### 8.2.1- Señales Preventivas.

A continuación, algunas señales.

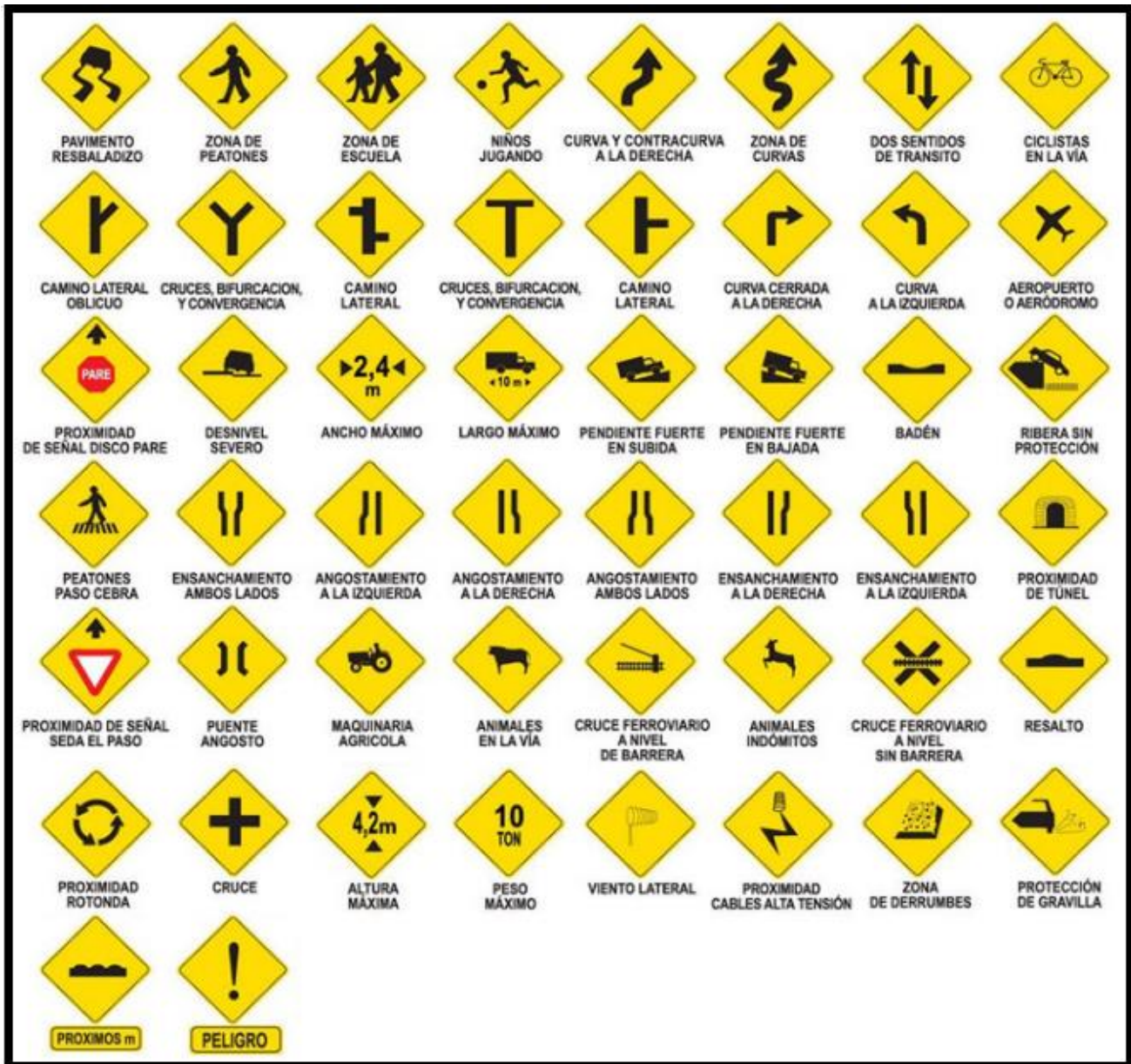


Figura 8.2 - Fuente:

[https://www.google.com/search?q=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+preventivas&tbm=isch&ved=2ahUKEwjRsNrOrMz9AhX7m5UCHVh7B6sQ2-cCegQIABAA&og=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+preventivas&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQgAQ6BgAEAgQHICaGli9KmCkLGgAcAB4AIABcogB3AiSAQM5LjOYAQCgAQGgAQtnD3Mtd2I6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=fYEIZJH-A\\_u31sQP2Pad2Ao&bih=555&biw=1349&hl=es-419#imgrc=baz\\_GPzPSisIUM](https://www.google.com/search?q=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+preventivas&tbm=isch&ved=2ahUKEwjRsNrOrMz9AhX7m5UCHVh7B6sQ2-cCegQIABAA&og=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+preventivas&gs_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQgAQ6BgAEAgQHICaGli9KmCkLGgAcAB4AIABcogB3AiSAQM5LjOYAQCgAQGgAQtnD3Mtd2I6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=fYEIZJH-A_u31sQP2Pad2Ao&bih=555&biw=1349&hl=es-419#imgrc=baz_GPzPSisIUM)

### 8.2.2- Señales Reglamentarias.

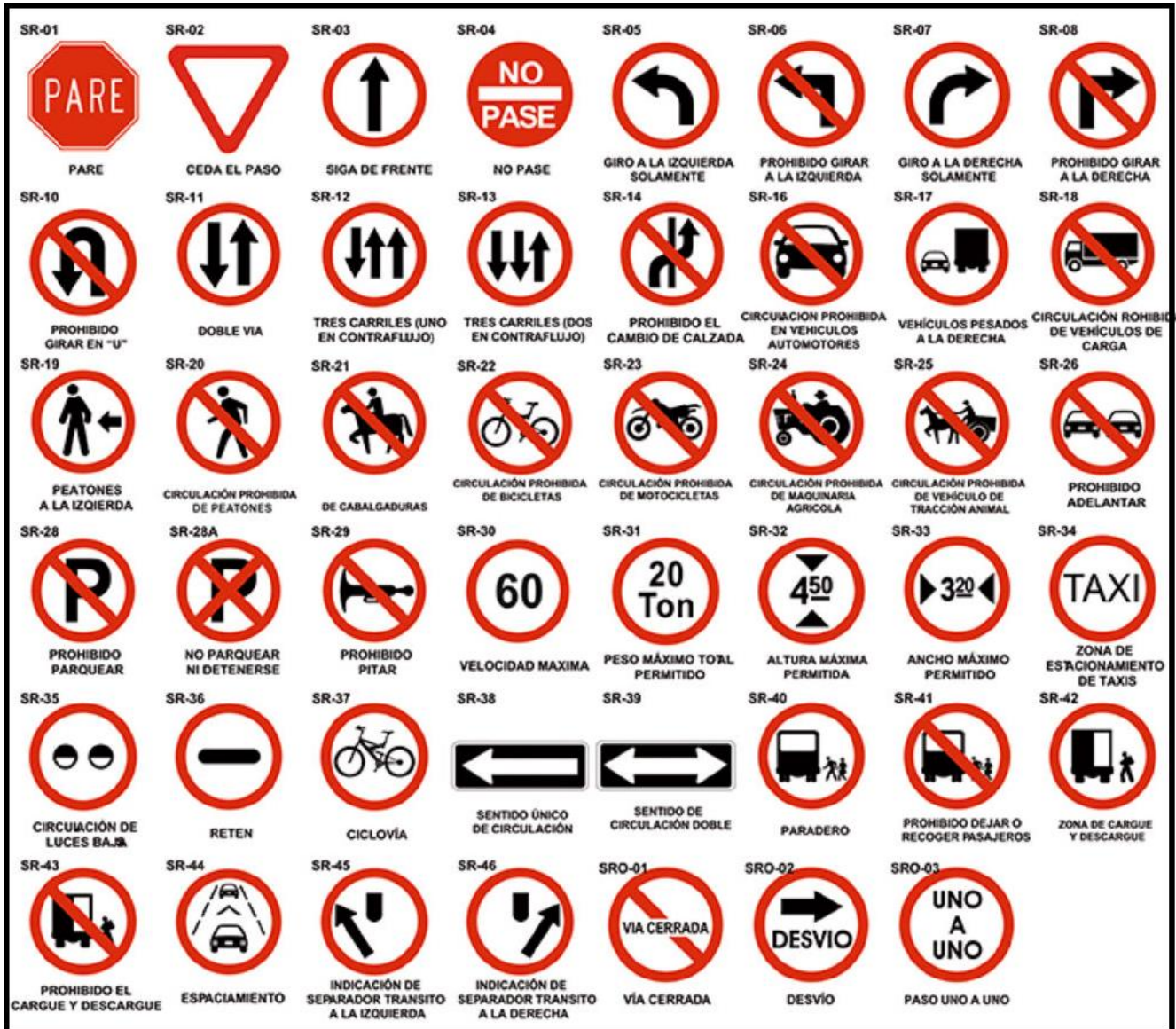


Figura 8.3 - Fuente:

[https://www.google.com/search?q=Se%C3%B1ales+reglamentarias&tbn=isch&ved=2ahUKEwjh\\_rWLCz9AhUMZUCHUrtDuEQ2-cCegQIABAA&oeq=Se%C3%B1ales+reglamentarias&gs\\_lcp=CgNpbWcQA1DGD1iqJ2DcKWgAcAB4AIABclgB0AmSAQQxNC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=IEIZOGQG1zq1sQPytq7iA4&bih=555&biw=1349&hl=es-419#imgrc=hCJOWo2wQ01HM](https://www.google.com/search?q=Se%C3%B1ales+reglamentarias&tbn=isch&ved=2ahUKEwjh_rWLCz9AhUMZUCHUrtDuEQ2-cCegQIABAA&oeq=Se%C3%B1ales+reglamentarias&gs_lcp=CgNpbWcQA1DGD1iqJ2DcKWgAcAB4AIABclgB0AmSAQQxNC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=IEIZOGQG1zq1sQPytq7iA4&bih=555&biw=1349&hl=es-419#imgrc=hCJOWo2wQ01HM)

### 8.2.3- Señales Informativas.



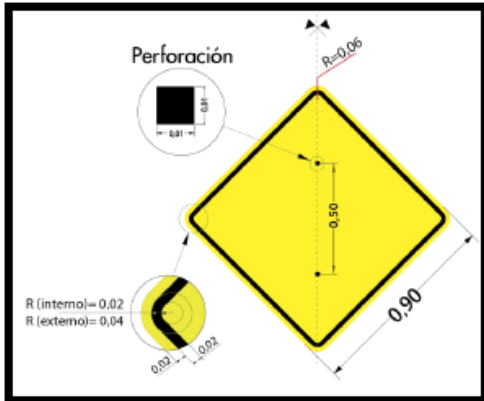
Figura 8.4 - Fuente:

[https://www.google.com/search?q=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+informativas&tbm=isch&ved=2ahUK\\_Ewj5ifCjrsz9AhXBhpUCHW7KDGkQ2-cCegQIABAA&og=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+informativas&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQgAQ6BAqAEB46BggAEAUQHjoGCAAQCBAeOgclABCABBAYULEYWMYwYPwxaABwAHgAqAFqiAG1CpIBBDE0LjGYAQcGqAQnd3Mtd2I6LWltZ8ABAQ&client=img&ei=PIMIZPn7BsGN1sQP7pSzyAY&bih=555&biw=1349&hl=es-419#imgrc=w1B7o-Nq43056M](https://www.google.com/search?q=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+informativas&tbm=isch&ved=2ahUK_Ewj5ifCjrsz9AhXBhpUCHW7KDGkQ2-cCegQIABAA&og=Se%C3%B1alizaci%C3%B3n+vertical+informativas&gs_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQgAQ6BAqAEB46BggAEAUQHjoGCAAQCBAeOgclABCABBAYULEYWMYwYPwxaABwAHgAqAFqiAG1CpIBBDE0LjGYAQcGqAQnd3Mtd2I6LWltZ8ABAQ&client=img&ei=PIMIZPn7BsGN1sQP7pSzyAY&bih=555&biw=1349&hl=es-419#imgrc=w1B7o-Nq43056M)

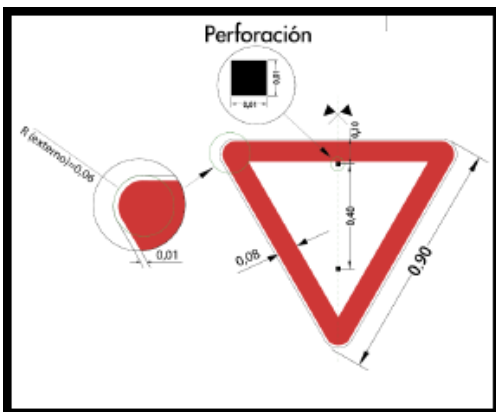
### 8.3- Señales aplicadas al tramo estudiado.

Se adoptan las siguientes medidas de carteles según el MANUAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL de DNV.

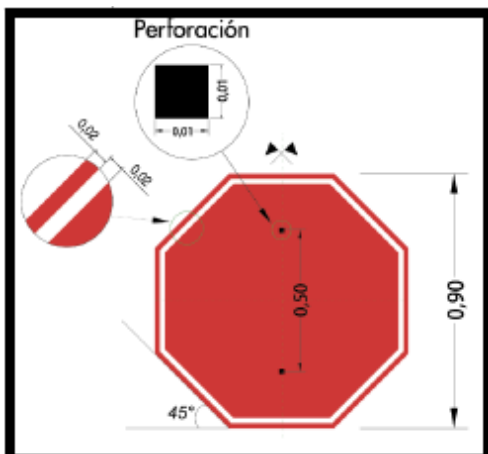
Para las señales preventivas se adopta la opción  $0.90 \times 0.90 = 0.81 \text{ m}^2$



Para las señales reglamentarias (CEDA EL PASO) se adopta la opción  $(0.90 \times 0.90) / 2 = 0.41 \text{ m}^2$



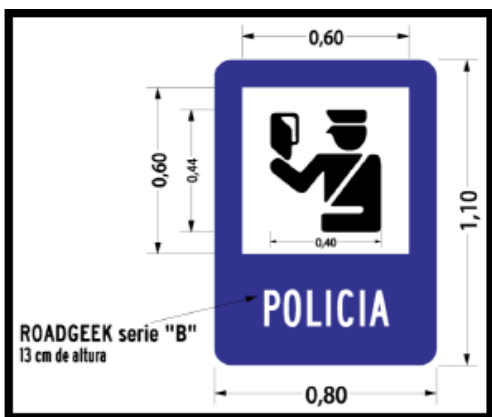
Para las señales reglamentarias (PARE) se adopta la opción  $(0.90 \times 0.90) - 4(0.30 \times 0.30) / 2 = 0.63 \text{ m}^2$



Para las señales reglamentarias (Prohibido adelantarse) se adopta la opción 0.64 m<sup>2</sup>



Para las señales informativas (Control policial) se adopta la opción 0.80x1.10 = 0.88 m<sup>2</sup>



Para las señales informativas (Inicio/Fin zona urbanizada) se adopta la opción 2.30x0.85 = 1.96 m<sup>2</sup>



			COMPUTO METRICO			
Señales Preventivas	Señales Reglamentarias	Señales Informativas	Señales Preventivas	Medida (m2)	Cantidad	Total (m2)
Zona de Peatones	PARE	Control Policial	Zona de Peatones	0,81	4	3,24
Camino Lateral Oblicuo	Prohibido Adelantarse	Zona de Detencion de Omnibus	Camino Lateral Oblicuo	0,81	2	1,62
Camino Lateral	Velocidad Maxima 60	Inicio Zona Urbanizada	Camino lateral	0,81	10	8,1
Curva a la Izquierda	Ceda el Paso	Fin Zona Urbanizada	Curva a la Izquierda	0,81	7	5,67
Pendiente Fuerte en Subida			Curva a la Derecha	0,81	7	5,67
Pendiente Fuerte en Bajada			Pendiente Fuerte en Subida	0,81	1	0,81
Cruce			Pendiente Fuerte en Bajada	0,81	1	0,81
Curva a la Derecha			Cruce	0,81	1	0,81
						<b>26,73</b>
			Señales Reglamentaria	Medida (m2)	Cantidad	Total (m2)
			Pare	0,63	3	1,89
			Prohibido Adelantarse	0,64	12	7,68
			Velocidad Maxima	0,64	20	12,8
			Ceda el Paso	0,41	4	1,64
						<b>24,01</b>
			Señales Informativa	Medida (m2)	Cantidad	Total (m2)
			Control Policial	0,88	1	0,88
			Zona de Detencion de Omnibus	0,88	6	5,28
			Inicio Zona Urbanizada	1,96	2	3,92
			Fin Zona Urbanizada	1,96	3	5,88
						<b>15,96</b>
						<b>66,7 m2</b>

Tabla 8.5: Cómputo métrico de las señales de tránsito – Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente capítulo se ocuparán los valores computados para llevar a cabo el presupuesto.

Para el caso de la SEÑALIZACION HORIZONTAL, según el Manual de señalización de DNV, se requieren de los siguientes elementos:

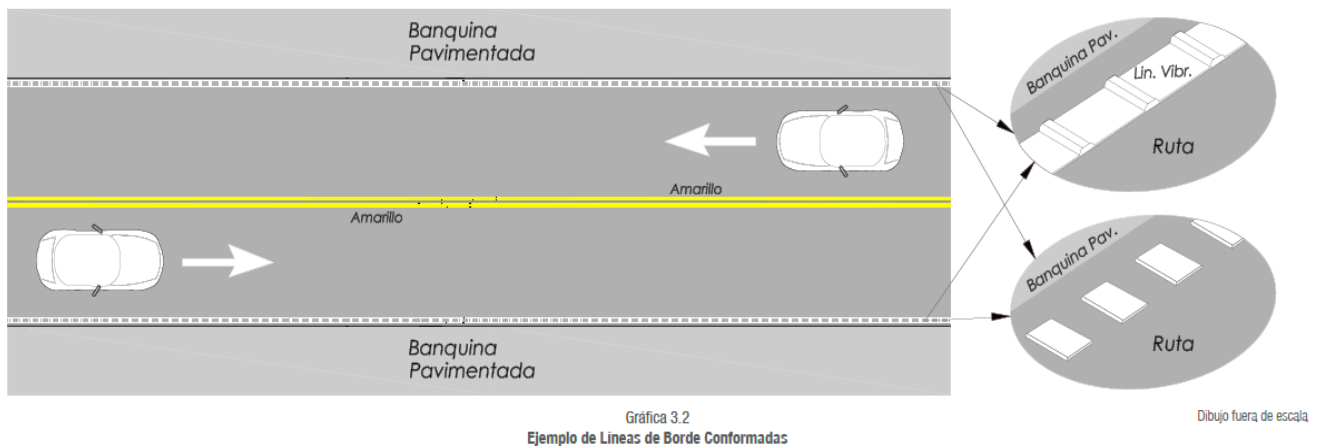


Gráfico 8.6 – Fuente: Manual de señalamiento horizontal de DNV

En carreteras de dos carriles indivisos con banquetas pavimentadas, las **líneas de borde serán líneas conformadas del tipo vibrante**, mientras las centrales pueden ser conformadas o planas.

Las dimensiones recomendadas por éste manual son: Para un ancho total de calzada  $\geq 7.30\text{m}$ , tanto la **línea de eje como la de borde serán de 0.15m**.

El **módulo será de 12 m**, como muestra la siguiente figura.

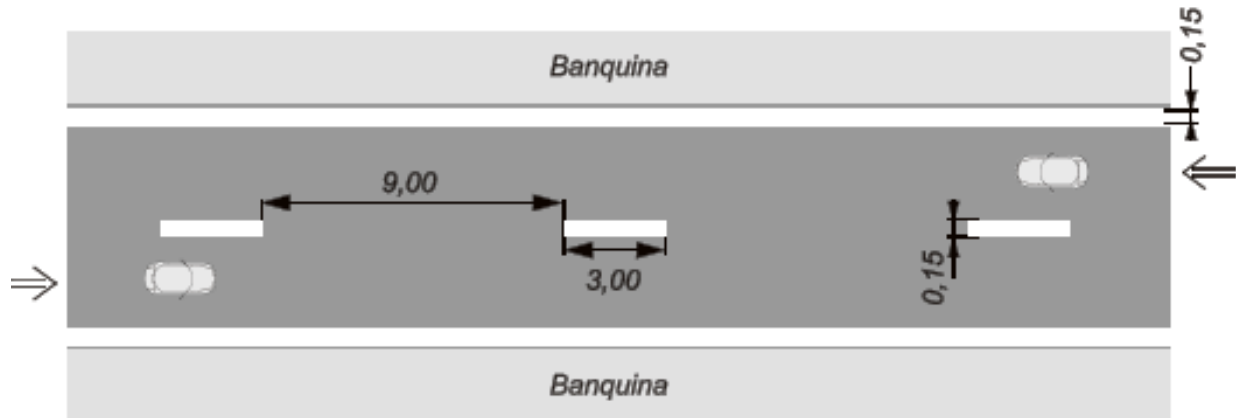


Gráfico 8.7 – Fuente: Manual de señalamiento horizontal de DNV

Para tramos donde no exista posibilidad de sobrepaso, las líneas centrales estarán separadas por 0.10 m, y serán de un ancho de 0.15 m cada una.

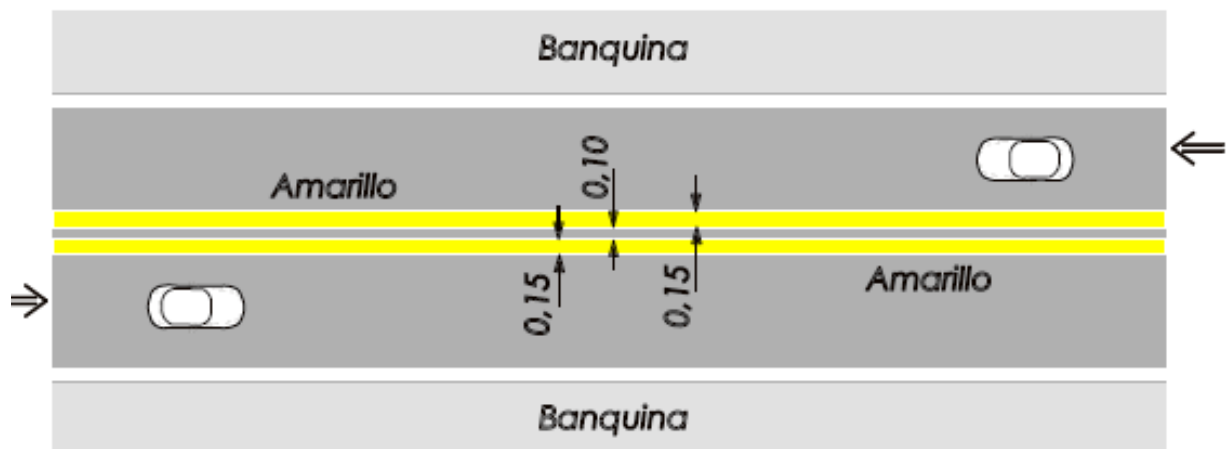


Gráfico 8.8 – Fuente: Manual de señalamiento horizontal de DNV

#### 8.4- Iluminación.

Una iluminación artificial adecuada en horas de la tarde – noche, brindará a los usuarios, tanto vehículos como peatones, una mayor seguridad y confort en las intersecciones y accesos a las localidades.

El sistema de iluminación debe ser capaz de permitir la visualización de todo obstáculo presente en las inmediaciones, o algún elemento que pueda ocasionar accidentes, de manera tal que los usuarios sean capaces de percibirlos y efectuar alguna maniobra evasiva con seguridad o reducción de velocidad.

Recordando que se está trabajando a nivel de anteproyecto, en éste apartado solo se plasmarán los requerimientos técnicos básicos especificados en las normativas.

#### 8.4.1- Dimensionamiento del alumbrado.

##### 8.4.1.1- Adopción del tipo de columna.

Según Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de DNV, se adopta columnas tubulares con costuras de distintos diámetros de acero que respeta una altura libre mínima sobre la calzada de 12 metros y ángulo de inclinación de 10° respecto de la horizontal.

##### 8.4.1.2- Disposición de las columnas.

La disposición de las luminarias depende de la altura libre de las columnas (H) y el ancho de calzada a servir.

Para el ancho A se tendrá en cuenta el ancho de calzada principal de 7.30 metros de ancho, y las banquetas pavimentadas de 1.80 m de ambos lados, según PETP de DNV.

$$H=12 \text{ metros}$$

$$A= 7.30+2*1.80=10.90 \text{ m}$$

Según la relación  $A/H=0.91 < 1$ , y la siguiente tabla, se adopta una disposición **UNILATERAL**.

Disposición	Relación anchura/altura
Unilateral	$\leq 1$
Tresbolillo	$1 < A/H \leq 1.5$
Pareada	$> 1.5$

Tabla 8.9 - Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterio/calculos.html#ent>

##### 8.4.1.3- Separación de columnas.

Para determinar la separación entre luminarias se utiliza el **METODO DE LOS LUMENES O FACTOR DE UTILIZACION**. Con este método se calcula la distancia de separación adecuada entre las luminarias que garantice un nivel de iluminancia medio, sabiendo que éste da valores aproximados. Consiste en un proceso iterativo, con el cual se obtienen valores, que sirven de referencia para la utilización otros métodos más precisos.

En primera instancia de determinan los DATOS DE ENTRADA:

### 8.4.1.3.a- Determinación de la iluminancia media.

Tabla 1 - Clasificación de calzadas

Clase	Carácter del tránsito	Descripción	Ejemplos
A*	MUY RÁPIDO V > 100 km/h	Calzadas de manos separadas, dos o más carriles por mano, libre de cruces a nivel, control de accesos y salidas	AUTOPISTAS
B*	RÁPIDO V ≤ 100 km/h	Calzadas para tránsito rápido, importante, sin separadores de tránsito.	TRAMOS DE RUTAS NACIONALES, PROVINCIALES
C**	SEMI -RÁPIDO V ≤ 60 km/h	Calzadas de una o dos direcciones de desplazamiento, con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	AVENIDAS PRINCIPALES VÍAS DE ENLACE ENTRE SECTORES IMPORTANTES
D**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calzadas con desplazamiento lento y trabado; con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	ARTERIAS COMERCIALES, CENTROS DE COMPRA
E**	MODERADO V ≤ 50 km/h	Acumulan y conducen el tránsito desde un barrio hacia vías de tránsito de orden superior, (clases A, B, C, D).	AVENIDAS SECUNDARIAS CALLES COLECTORAS DE TRÁNSITO
F**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calles residenciales de una o dos manos; con tránsito exclusivamente local. Presencia de peatones y obstáculos.	CALLES RESIDENCIALES

\* Sin presencia de peatones.  
\*\* Con presencia de peatones.

Tabla 8.10 - Fuente: NORMA IRAM- AADL J 2022-2

El tipo de vía seleccionado es el **B** por tratarse de un tramo ruta nacional.

Tipo de vía	Iluminancia media (lx)	Luminancia media (cd/m <sup>2</sup> )
A	35	2
B	35	2
C	30	1.9
D	28	1.7
E	25	1.4

Tabla 8.11 - Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/calculos.html#ent>

**Iluminancia Media: 35 lux**

**Luminancia Media 2 cd/m<sup>2</sup>**

#### 8.4.1.3.b- Elección de la luminaria.

Para la elección de la luminaria, deben respetarse los requisitos especificados en la siguiente tabla, que corresponde a las exigencias de los pliegos de la DNV.

**Tabla N° 4 – Valores limite**

Para cada luminaria propuesta	Valores limite
Vida útil de la luminaria y bloques ópticos	$\geq 50.000$ horas (incluidos óptica, driver y fuente luminosa con el mantenimiento del 70% del flujo inicial)
Sistema de refrigeración de la fuente de luz.	Mediante disipadores
Grado de protección grupo óptico IP	$\geq 65$
Grado de Protección IK	$\geq 0,8$
Índice de reproducción cromático	$\geq 70$
Eficiencia de la Luminaria (lm/w) El cálculo del rendimiento lumínico deberá ser realizado considerando la luminaria completa, tanto para el flujo luminoso como para el consumo (incluyendo todos los componentes: placas, driver, etc.).	$\geq 70$
Temperatura de Color del LED utilizado	$3800^{\circ}\text{K} \geq X \leq 4200^{\circ}\text{K}$
Flujo lumínico mínimo	$\geq 17000$ lm (a 530 mA)
Relación de flujo hacia el hemisferio superior	$\leq 1\%$
Tensión de alimentación eléctrica	$180 \leq V \leq 245$
Factor de potencia	$\geq 0.95$
Frecuencia	50-60 Hz
Garantía del producto	$\geq 5$ años
Montaje de la luminaria	En columna según este PET
Temperatura de funcionamiento	$-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$
Tecnología fotométrica de la placa LED	Multicapa
LED individual Mínimo	3,3 W
Dimensiones / Peso	Deberán ser acordes a las características constructivas de las columnas descriptas. Serán preferibles

Tabla 8.12 - Fuente: PETP de DNV

Se adopta la siguiente luminaria.

## Luminaria Led Para Alumbrado Público

Led Road Luminaire



### Datos Rápidos

Quick Data

**82303082 REF.169**  
82303082 REF.169

**300W | 5000K**

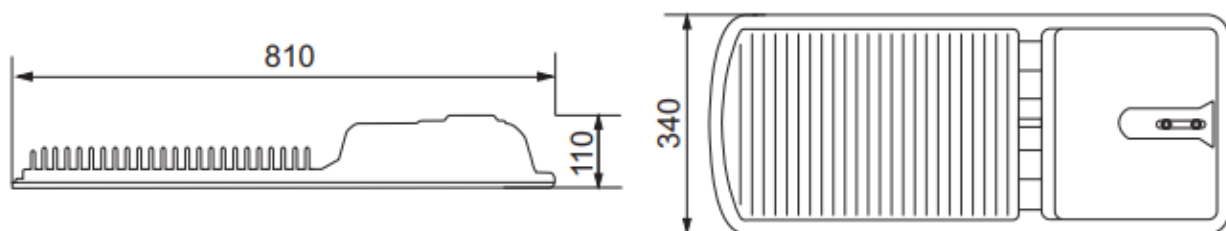
Usó Intemperie  
Outdoor use

Distribución Lateral Unisimétrica (\*)  
Unisymmetric lateral distribution (\*)

- Elevada eficiencia luminosa  
High Luminous Efficiency
- Pintura texturada color gris  
Textured paint color gray
- Estructura de aluminio inyectado  
Injected aluminum structure
- Con protector de línea contra transitorios  
With Surge protector line
- Vidrio templado Grado IK08  
Tempered glass Grade IK08
- Grado de protección IP66  
Degree of protection IP66

### Dimensiones

Dimensions



### Parámetros Técnicos

Technical Features

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Parameter	Symbol	Value	Unit
Tensión de línea	Input Voltage	U	220 V
Corriente de línea	Input Current	I	1450 mA
Potencia de línea	Line Power	P	300 W
Frecuencia de Alimentación	Frequency Supply	F	50/60 Hz
Factor de Potencia	Power Factor	$\lambda$	>0.95
Distorsión Armónica Total	THD	THD	< 15 %
Eficacia	Efficacy	-	135 lm/W
Temperatura de Operación	Operating Range	ta	-20...40 °C
Grado de Protección	Degree of Protection	-	IP 66
Vida Útil	Lifetime	-	50.000 h
Grado de protección IK	IK Index	-	08
Unidades por Caja	Units Per Box	-	1
Peso	Weight	-	14 Kg
Superficie al viento	Surface to the wind	-	0.07 m <sup>2</sup>
Altura de montaje	Mounting Height	-	8-12 m
Torque tornillos de fijación	Torque fixing screws	-	8 Nm
Choque térmico cubierta vidrio	Thermal shock glass cover	-	150 °C

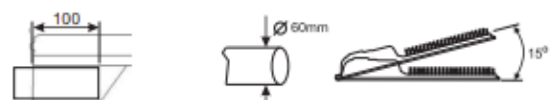
### Según Normas

Standards

IEC60598-1 Seguridad  
Safety  
IEC60598-2-3 Alumbrado Público  
Street Lighting

### Montaje

Installation



### Parámetros Luminotécnicos

Lighting Features

Parámetro	Valor	Unidad
Parameter	Value	Unit
Flujo Luminoso (**)	Luminous Flux	40500 lm
Distribución (*)	Luminance Distribution (*)	LATERAL UNISIMÉTRICA -
CRI	CRI	>75 -
Temperatura de color	Color Temperature	5000 K

(\*\*) Tolerancia del flujo luminoso  $\pm 7-10\%$ .

### 8.4.1.3.c- Factor de mantenimiento ( $f_m$ ).

Se recomienda no utilizar un valor superior a 0.80, adoptando un factor igual a  $f_m = 0.70$ .

Características de la vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

Tabla 8.13 - Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterio/calculos.html#ent>

### 8.4.1.3.d- Factor de utilización ( $\eta$ ).

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{util}}}{\Phi_L}$$

Donde:

$\Phi_{\text{util}}$ : Flujo útil (el que llega a la calzada)

$\Phi_L$ : Flujo emitido

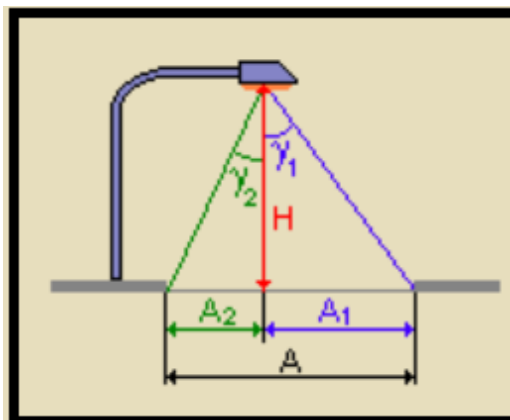


Figura 8.14 - Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterio/calculos.html#ent>

Ingresando al siguiente gráfico con la relación  $A/H=0.91$ , se obtiene un factor de utilización  $\eta=0.28$

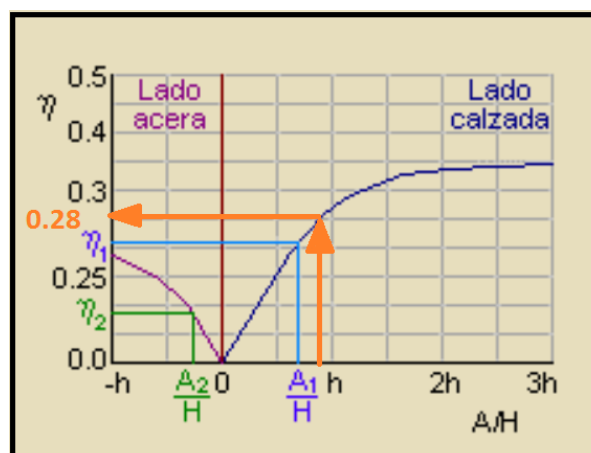


Figura 8.15 - Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterio/calculos.html#ent>

#### 8.4.1.3.e- Separación entre luminarias (d).

$$d = \frac{\eta * \phi L * f_m}{A * E_m}$$

Donde:

$\eta$  : Factor de utilización,  $\eta=0.28$

$\phi L$ : Flujo luminoso,  $\phi L=40500 \text{ lm}$

$f_m$ : Factor de mantenimiento,  $f_m =0.70$

A= Ancho, **A=10.90 m**

$E_m$ : Iluminancia media sobre la calzada,  **$E_m=35 \text{ lux}$**

d: Separación máxima entre columnas.

$$d = \frac{0.28 * 40500 \text{ lm} * 0.70}{10.90 \text{ m} * 35 \text{ lux}} = 20.80 \text{ m}$$

Se adopta una separación entre luminarias  $\rightarrow$  **d=20 m**

Se considera iluminar, como mínimo 50 metros antes y después de la intersección, por lo que se adoptan **8 columnas**.

#### 8.4.2- Dársena para transporte público y refugio de pasajeros.

Las dársenas contribuyen con la seguridad, evitando posibles conflictos entre los vehículos de pasajeros que se detienen en la misma y los que, a altas velocidades, siguen su trayecto. De ésta manera se logra separarlos, dando lugar al descenso y ascenso de manera segura a los pasajeros.

Los pasajeros que descienden de los vehículos y los que esperan, lo hacen al costado del camino, lo que no brinda seguridad debido al paso de vehículos a altas velocidades, ni tampoco por cuestiones climáticas (Fríos y calores extremos, lluvias, vientos, etcétera).

Las dársenas y refugios para los usuarios de transporte de larga y media distancia serán implementados en inmediaciones a las principales intersecciones y accesos a localidades. Esto permitirá a los usuarios del transporte permanecer de manera cómoda y segura.

La Norma 2010 de DNV (C8-ESPECIALES) establece que las dársenas y refugios no estén ubicados en la intersección, ni tampoco alejados de la misma, pero recomienda a **no más de 50 metros** de la intersección más próxima.

**Las dimensiones** de las dársenas a considerar se tomarán de acuerdo a lo establecido en la Norma de DNV (C8-ESPECIALES).

Para la zona de detención se adopta una longitud de 15 metros, considerando que se aloja un ómnibus de 12 metros.

Ancho de la dársena 3.6 metros.

Zona de abocinamiento, según **Tabla 8.1 Dimensiones de dársenas de ómnibus.**

En la práctica común, no se consideran las longitudes de aceleración y desaceleración.

Velocidad Directriz km/h	Velocidad Entrada km/h	Longitud Aceleración m	Longitud Desaceleración m	Longitudes medias de abocinamiento m
50	35	60	45	45
60	45	105	70	50
70	55	200	105	60
80	65	310	45	70

Tabla 8.16 - Fuente: Norma 2010 de DNV

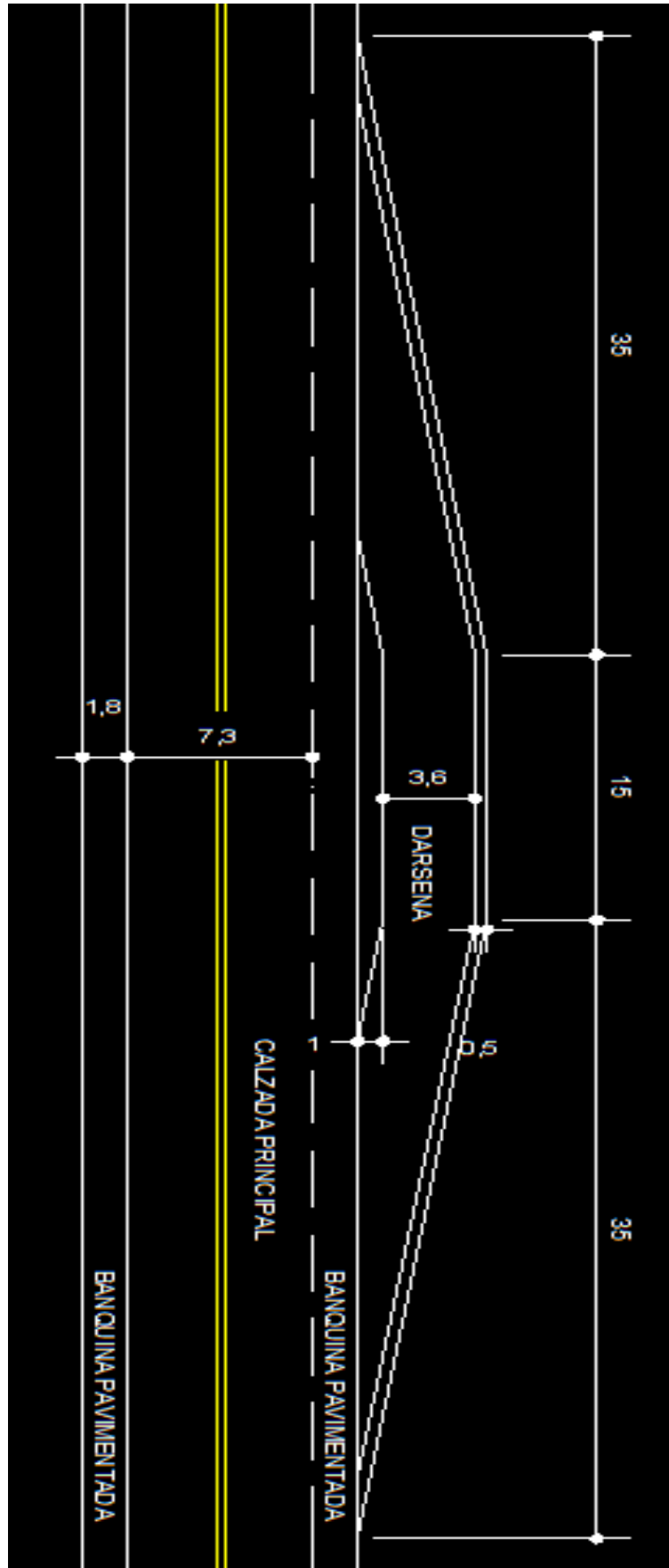


Figura 8.17 - Croquis de dársena de transporte público – Fuente: Elaboración Propia

Dibujo S/E

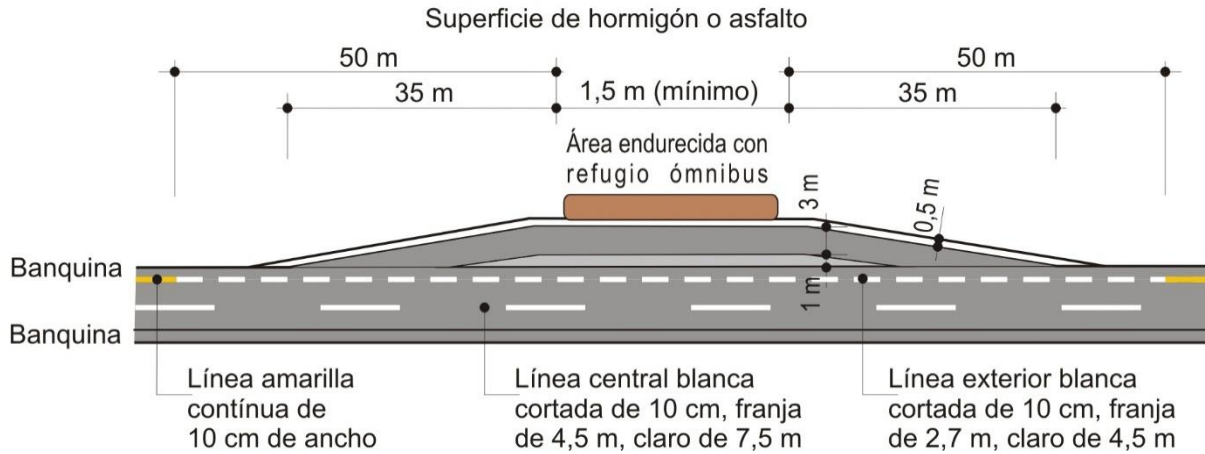


Figura 8.18 - Trazados típicos de dársenas de ómnibus – Fuente: Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial - DNV

El paquete estructural de la dársena estará conformado de hormigón, según los Pliegos de Especificaciones Técnicas de DNV.

El siguiente detalle de refugio para pasajeros se extrajo de un **Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de DNV**.

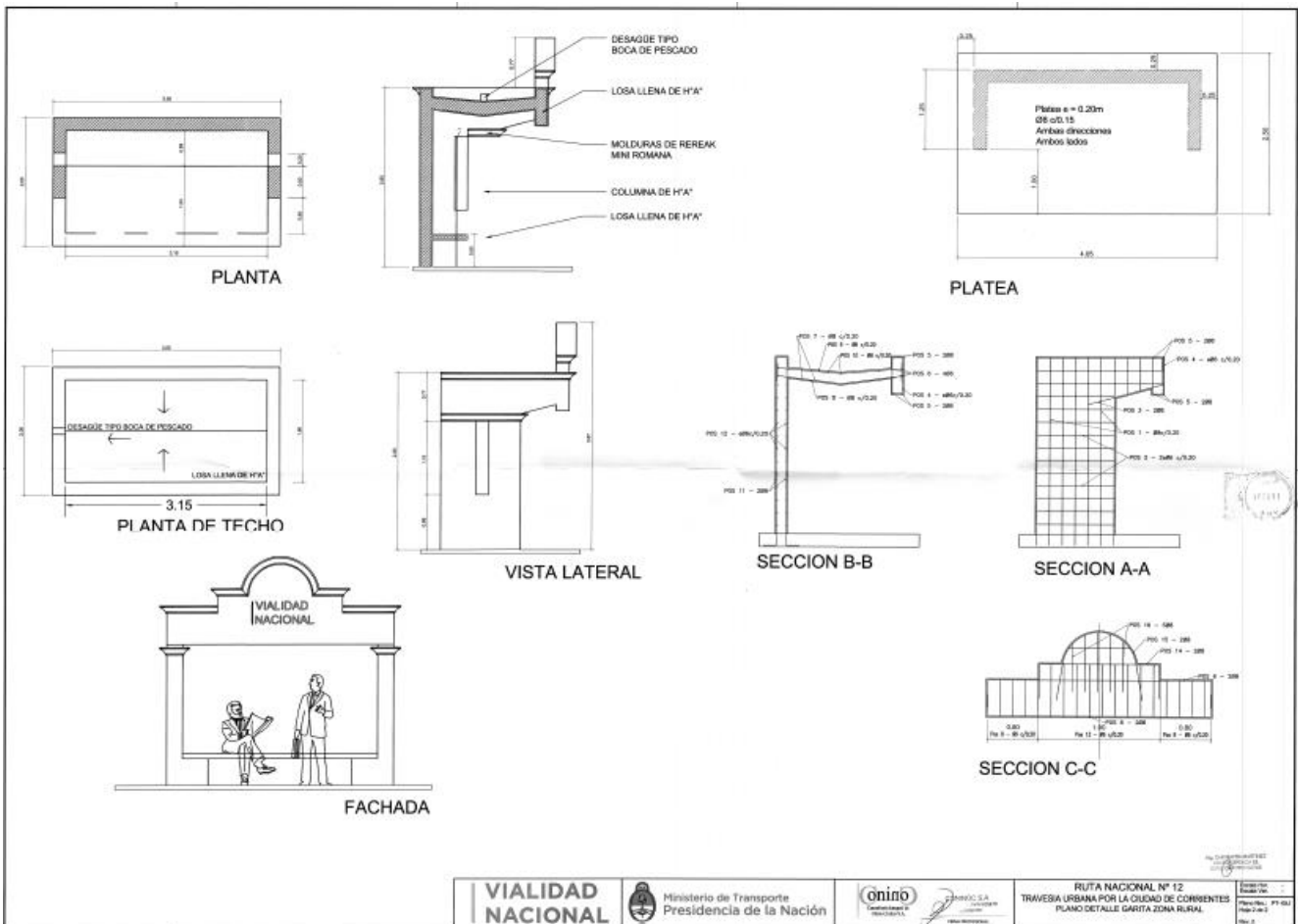


Figura 8.19 - Fuente: PETP de DNV

## CAPITULO 9: COMPUTO Y PRESUPUESTO.

### 9.1- Cómputo y presupuesto.


PLANILLA DE COMPUTO Y PRESUPUESTO								
<b>OBRA</b>	Reacondicionamiento de Infraestructura							
<b>RUTA</b>	Nacional N°12							
<b>TRAMO</b>	FK940-FK9748	34,8km						
<b>PROMOCION</b>	Carreteras							
			 <b>TRABAJO FINAL</b> Craez Yáa - Kord - Suarez Bord					
Item	Designación	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal	%Incidencia	Total	%Incidencia
<b>1</b>	<b>Mantenimiento de Subo</b>						\$103066241,99	25,7%
1.1	Terapleno/ compact. Esp	m <sup>3</sup>	21924,00	\$2488,63	\$54779964,12	53,13%		
1.2	Ensayado de terap. c/ comp esp	m <sup>3</sup>	20860,00	\$2314,00	\$48316277,87	46,87%		
<b>2</b>	<b>Fresa de la Cuesta</b>						\$40274208,00	1,01%
2.1	Fresa de 2m	m <sup>2</sup>	166660,00	\$241,80	\$40274208,00	100,00%		
<b>3</b>	<b>Regode liga</b>						\$83313844,80	2,08%
3.1	Regode liga	m <sup>2</sup>	379320,00	\$219,64	\$83313844,80	100,00%		
<b>4</b>	<b>Restitución del gélido</b>						\$120874869,84	3,02%
4.1	Restitución del gélido	m <sup>2</sup>	379320,00	\$3186,62	\$120874869,84	100,00%		
<b>5</b>	<b>Capote de Refuerzo</b>						\$120874869,84	3,01%
5.1	C/A° p/ refuerzo e=6m	m <sup>2</sup>	379320,00	\$3186,62	\$120874869,84	100,00%		
<b>6</b>	<b>Ensayado de calzada</b>						\$145403726,40	3,63%
6.1	Base de C/A° e=8m	m <sup>2</sup>	20880	\$3186,62	\$66536625,60	45,78%		
6.2	Base de C/A° e=10m	m <sup>2</sup>	20880	\$3186,62	\$66536625,60	45,78%		
6.3	Base A/C° e=20m	m <sup>2</sup>	20880	\$590,54	\$12330475,20	8,48%		
<b>7</b>	<b>Barquinapa pintada</b>						\$208766662,11	52,14%
7.1	Estabilizad. granular e=20mm/3%cem	m <sup>3</sup>	139200	\$14083,14	\$1961765088,00	99,97%		
7.2	Subos de color acabe=15cm	m <sup>3</sup>	31320	\$4019,85	\$125901574,11	6,03%		
<b>8</b>	<b>Dársena y Refugio de pasajeros</b>						\$16192263,00	0,40%
8.1	Dársena y Refugio	Lh	6	\$2688710,50	\$16192263,00	100,00%		
<b>9</b>	<b>Iluminación</b>						\$1919669,42	0,05%
9.1	Iluminación	G	1	\$1919669,42	\$1919669,42	100,00%		
<b>10</b>	<b>Señalización</b>						\$182055343,16	4,53%
10.1	Señalización vertical	m <sup>2</sup>	667	\$28399,21	\$1894227,31	1,04%		
10.2	Señalización horizontal	m <sup>2</sup>	19507,5	\$9235,48	\$180161115,85	98,98%		
<b>11</b>	<b>Barandap/ acatallas</b>						\$13150723,68	0,33%
11.1	Barandap/ acatallas	m	146	\$8970,48	\$13150723,68	100,00%		
<b>12</b>	<b>Limpieza de acatallas</b>						\$1248359,84	0,03%
12.1	Limpieza	G	1	\$1248359,84	\$1248359,84	100,00%		
<b>TOTAL</b>							<b>\$400894610,64</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 9.1 - Cómputo y presupuesto - Fuente: Elaboración propia

9.2- Plan de Trabajo.

ITEM	%Iniciada	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
1 Movimiento de Suelo	2,57%	0,88%	0,88%	0,88%									
2 Foso de la Oresa	1,07%	0,34%	0,34%	0,34%	0,34%								
3 Regodeo de la	2,08%			0,52%	0,52%	0,52%	0,52%	0,52%	0,52%				
4 Restitución del gallo	3,02%			0,33%	0,33%	0,33%	0,33%	0,33%	0,33%	0,33%			
5 Carpeta de refuerzo	30,19%			5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%
6 Frente de calzada	3,63%		0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%	0,73%				
7 Barrera perimetral	52,14%		4,33%	8,63%	8,63%	8,63%	8,63%	8,63%	4,33%				
8 Darsena y refugio	0,40%							0,13%	0,13%	0,13%			
9 Iluminación	0,08%									0,02%	0,02%		
10 Señalización	4,53%									2,27%	2,27%		
11 Barrera p/ alarantala	0,33%										0,16%	0,16%	
12 Limpieza de aceras	0,03%												0,03%
<b>100,00%</b>													
%Mensual		0,88%	6,23%	10,81%	9,73%	10,31%	15,72%	15,13%	10,73%	7,84%	7,49%	5,23%	0,03%
%Acumulado		0,88%	7,12%	17,73%	27,48%	37,80%	53,52%	68,65%	79,44%	87,28%	94,77%	99,97%	100,00%
Inversión mensual	\$34.356.414,00	\$20.843.117,12	\$424.815.333,96	\$ 412.931.013,89	\$ 30.449.924,96	\$ 42.953.013,89	\$ 62.631.484,02	\$ 615.847.152,74	\$ 431.874.937,90	\$ 313.952.402,42	\$ 30.020.984,53	\$ 28.033.478,24	\$ 1.288.359,84
Inversión acumulada	\$34.356.414,00	\$265.288.631,12	\$710.023.870,08	\$ 1.513.466.883,94	\$ 1.100.473.795,04	\$ 2.142.957.287,96	\$ 2.748.814.447,71	\$ 3.180.689.355,61	\$ 3.484.641.783,03	\$ 3.794.662.772,56	\$ 4.002.666.250,81	\$ 4.002.666.250,81	\$ 4.003.946.016,4

Tabla 9.2 - Plan de trabajo - Fuente: Elaboración propia

### 9.3- Curva de Inversión.

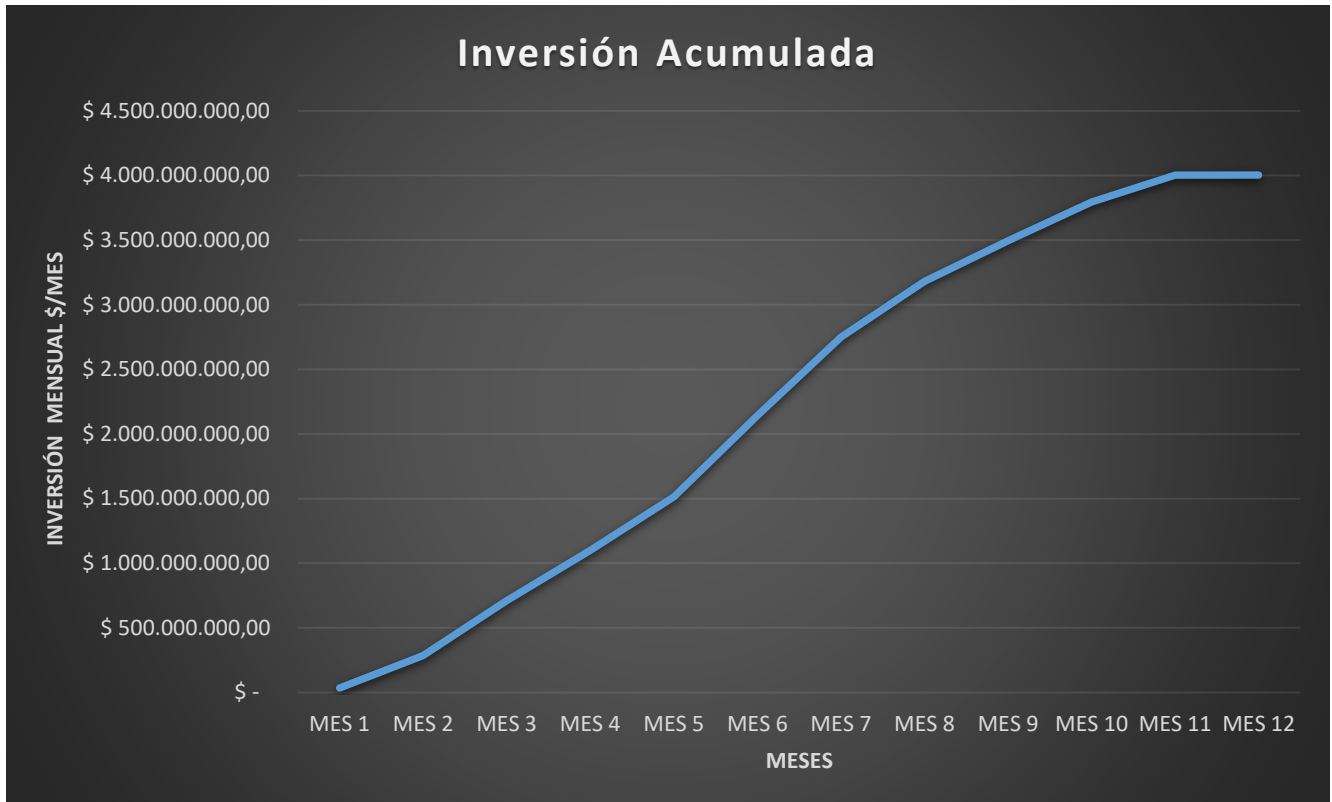


Figura 9.3 - Curva de inversión - Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO 10: ANEXOS.

### A.2.1- Fuente: Cátedra de Vialidad Especial.

Tabla 8.1 - Niveles de Servicio para Tramos Rurales de 2 Carriles								
Terreno llano								
Nivel de servicio	% Tiempo de demora	Relación v / c						
		Velocidad promedio	% de zonas sin sobrepaso					
			0	20	40	60	80	100
A	<= 30	>= 93	0,15	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04
B	<= 45	>= 89	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
C	<= 60	>= 84	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32
D	<= 75	>= 80	0,64	0,62	0,6	0,59	0,58	0,57
E	> 75	>= 72	1	1	1	1	1	1
F	100	< 72	-	-	-	-	-	-

TABLA 8.3 - Factores de Hora Pico para Caminos Rurales de 2 carriles basados en flujos de tránsito al azar					
A - Determinación del Nivel de Servicio					
Volumen horario total en los 2 sentidos [vph]	Factor de hora pico (Fhp)	Volumen horario total en los 2 sentidos [vph]	Factor de hora pico (Fhp)		
100	0,83	1100	0,94		
200	0,87	1200	0,94		
300	0,9	1300	0,94		
400	0,91	1400	0,94		
500	0,91	1500	0,95		
600	0,92	1600	0,95		
700	0,92	1700	0,95		
800	0,93	1800	0,95		
900	0,93	1900	0,96		
1000	0,93				
B - Determinación de Volúmenes de Servicio					
Nivel de Servicio	A	B	C	D	E
Factor de Hora Pico	0,91	0,92	0,94	0,95	1,00

TABLA 8.4 - Factores de ajuste por distribución direccional en tramos		
Distribución direccional	Capacidad total (Automóviles / h)	Relación de la capacidad con la capacidad ideal
50 / 50	2800	1,00
60 / 40	2650	0,94
70 / 30	2500	0,89
80 / 20	2300	0,83
90 / 10	2100	0,75
100 / 0	2000	0,71

**TABLA 8.5 - Factores por efecto combinado de ancho de carriles y obstrucciones laterales " fa ".**

Ancho utilizable de banquetta [ m ]	Carriles 3,65 m		Carriles 3,35 m		Carriles 3,05 m		Carriles 2,75 m	
	Nivel de servicio		Nivel de servicio		Nivel de servicio		Nivel de servicio	
	A - D	E	A - D	E	A - D	E	A - D	E
> 1,8	1,00	1,00	0,93	0,94	0,84	0,87	0,70	0,76
1,2	0,92	0,97	0,85	0,92	0,77	0,85	0,65	0,74
0,6	0,81	0,93	0,75	0,88	0,68	0,81	0,57	0,70
0	0,70	0,88	0,65	0,82	0,58	0,75	0,49	0,66

**TABLA 8.6 - Equivalentes promedio en automóviles, para camiones, ómnibus y vehículos recreacionales en caminos de 2 carriles, para tramos de condiciones geométricas normales.**

Tipo de vehículo	Tipo de servicio	Tipo de terreno		
		Llano	Ondulado	Montañoso
Camiones Ec	A	2	4	7
	B - C	2,2	5	10
	D - E	2	5	12
Omnibus Eo	A	1,8	3	5,7
	B - C	2	3,4	6
	D - E	1,6	2,9	6,5
Vehículos recreacionales Er	A	2,2	3,2	5
	B - C	2,5	3,9	5,2
	D - E	1,6	3,3	5,2

La Tabla 2 muestra como ejemplo valores de la hora 30 de diferentes rutas. Se observa claramente como el factor k disminuye a medida que aumenta el TMDA de la ruta.

**TABLA 2: VALORES DEL FACTOR k**

TMDA	Factor k
0 - 2.500	0,151
2.500 - 5.000	0,136
5.000 - 10.000	0,118
10.000 - 20.000	0,116
20.000 - 50.000	0,107
50.000 - 100.000	0,091
100.000 - 200.000	0,082
> 200.000	0,067


K=0.14


**A.2.2 - Antecedentes de obra original - Fuente DNV.**


PROGRESIVA		O B R A		ANCHO ESPESOR		HABIL.	EMPRESA	T.M.D.A.	L. P.	ORIGEN DE LOS MATERIALES	OTRO
ORIGEN	FINAL	T I P O									
865,01	870,02	Cuselo seleccionado			0,10		Valiente	T.M.D.A.		IIIa. Yacimiento de la zona de la zona	
897,31	905,31	Cuselo seleccionado			0,12						
		Sub-base cuselo tocos			0,10						
		Base tocos - cal			0,08						
		Carpeta suelo-arena-asfalto		6,70	0,05	1965					
		<u>Refuerzo</u>									
		Carpeta suelo-arena-asfalto		6,70	0,05	1971	Vialco S.A.				
		<u>Refuerzo</u>									
		Capa reconstrucción cono. / asfáltico 0,10 m. espesor / prop. en el 40% del tramo					Wernicke			Piedra de Yofre	
		reconstrucción glibo cono. / asfáltico espesor prop.			0,05						
		Carpeta cono. asfáltico			0,07	1981		1.000			T.M.D.A.


**A.4.1 – Catálogo de fotografías de la Evaluación de pavimentos.**

FOTOGRAFIA TIPO	
DESCRIPCIÓN	FISURA FORMADA EN UNA SOLA LINEA GENERALMENTE LONGITUDINAL Y AISLADA CON TENDENCIA A RAMIFICARSE.
COEFICIENTE D3 CORRESPONDIENTE	2

FOTOGRAFIA TIPO	
DESCRIPCIÓN	FISURA RAMIFICADA CON TENDENCIA A FORMAR UNA MALLA GENERALIZADA EN SECTORES DE PAVIMENTO.
COEFICIENTE D3 CORRESPONDIENTE	4

FOTOGRAFIA TIPO	
DESCRIPCIÓN	FISURA EN FORMA DE MALLA QUE ABARCA UNA SUPERFICIE MAS AMPLIA DE PAVIMENTO Y CON TENDENCIA A FORMAR LA PIEL DE COCODRILO.
COEFICIENTE D3 CORRESPONDIENTE	6

FOTOGRAFIA TIPO	
DESCRIPCIÓN	FISURA GENERALIZADA EN FORMA DE MALLA CERRADA, DE RETICULADO MAS CHICO, FORMANDO LA LLAMADA "PIEL DE COCODRILO" DESPRENDIMIENTO DE MATERIAL EN CORRESPONDENCIA CON ALGUNAS FISURAS.
COEFICIENTE D3 CORRESPONDIENTE	8

FOTOGRAFIA TIPO	
DESCRIPCIÓN	FISURA TOTALMENTE GENERALIZADA CON DESPRENDIMIENTO DE PANES DE MATERIAL Y FORMACIÓN DE BACHE.
COEFICIENTE D3 CORRESPONDIENTE	10

Fuente: Evaluación de Pavimentos DNV.

## A.6.1- Informes de las unidades cartográficas de suelos.



### UNIDAD CARTOGRAFICA: 11

#### Asociación:

Udipsamientos árgicos, franco fina mixta (Berón de Astrada).

Hapludalfes típicos, franco fina (Loreto).

Psamacuents spódicos, arenosa, mixta (Chavarría).

Limitantes: Susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica; baja fertilidad y drenaje deficiente.

Paisaje: Planicie con lomadas o cordones arenosos suavemente ondulados, disectada por caños de drenaje, lagunas y esteros, sobre praderas de pastos cortos y pajonales de paja colorada, muy modificada por la agricultura y la cría de ganado bovino.

Materiales originarios: Formación Ituzaingó (diversos autores) Arena y arenisca con distinto grado de coherencia, desde friable a dura.

#### SERIES

Berón de Astrada: Localizada en los Departamentos de Berón de Astrada, General Paz y Mburucuyá, al borde de los esteros del Santa Lucía. En San Miguel y Concepción se ubica en proximidades de los esteros del Batel y Batelito a lo largo de la ruta 117. En esta unidad cubre el 50% del área y como suelo subordinado se localiza en las unidades 19 y 46. Se ubica en relieve normal, en posición de loma con pendientes de 1 a 2%. El escurrimiento es medio, de permeabilidad moderadamente rápida y es bien drenado.

El epipedon es ócrico, arenoso débilmente ácido a neutro, de color rojo amarillento; le sigue un horizonte BA<sub>t</sub>, débilmente expresado, franco-arenoso a franco-arcillo-arenoso, de unos 60 cm. de espesor, con lamelas texturales, de carácter álfico. La profundidad efectiva del suelo es de 100 cm.

En general son de baja fertilidad natural y retención de humedad, además de ser susceptibles a la erosión hídrica y eólica, pero con excelentes condiciones físicas, sin ningún impedimento para la penetración del agua y de las raíces. Tienen bajos tenores de materia orgánica y bases de cambio, aunque con mejoras en profundidad.

Factores limitantes tales como escasa fertilidad, baja retención de humedad y susceptibilidad a la erosión eólica, condicionan el uso de estos suelos. La Capacidad de Uso es III<sub>es</sub> y el Índice de Productividad es de 36.

Loreto: Cubre alrededor del 30% de la superficie y participa como suelo principal en la unidad 46. Se ubica en un relieve normal, en posición de loma a media loma alta, con pendiente de 1-2%. La vegetación está compuesta por Schizachirium sp., Setarea sp., Eragrostis sp., Sporobolus sp., además de Eringium sp. y Vernonia sp. Es excesivamente drenado con escurrimiento medio y permeabilidad moderadamente rápida.

Son suelos profundos con un epipedon ócrico, de alrededor de 46 cm. de espesor, arenoso-franco, de color pardo oscuro al que le continúa un horizonte argílico y textural de 60 cm. de espesor, franco-arcillo-arenoso, de color rojo oscuro y estructura moderada. La profundidad efectiva de la Serie Loreto es mayor a 100 cm.





Son suelos de baja fertilidad natural, con tenores de materia orgánica inferiores al 1%, y bajos contenidos de bases de cambio. Esta serie es una de las más utilizadas en agricultura en una amplia zona de la provincia, como así también para forestales, citrus y campo natural de pastoreo.

Sus limitantes principales se refieren a la susceptibilidad a la erosión hídrica, baja fertilidad natural y retención de agua. Con prácticas adecuadas de manejo, pueden obtenerse rendimientos sostenidos. Son clasificados por Capacidad de Uso en IIIes y el Índice de Productividad es de 33.

**Chavarría:** Cubre el 20% de la superficie en esta unidad cartográfica y participa también en la 15, 19, 21, 24, 27, 28, 35, 40, 46, 49, 65 y 96, constituyendo así una de las Series de suelos de mayor distribución y superficie dentro de la provincia. Se ubica en relieve normal, en posición de media loma a media loma baja, con pendientes de 1 a 1,5%, en planicies arenosas pardo amarillentas. El tapiz vegetal está compuesto por pajonales de *Andropogon lateralis*, acompañado de *Axonopus* sp, *Schizachirium* sp., *Sporobolus* sp. y otros de hábitos húmedos como ciperáceas y centella. El escurrimiento es lento a medio, la permeabilidad moderadamente lenta y el drenaje es imperfecto a moderado.

Presenta un horizonte ócrico, arenoso-franco, seguido de un Eb, albico, de colores claros, arenoso, con abundantes moteados, sobrepuesto a un argílico, enterrado (Btbg), franco-arcillo-arenoso, de lenta permeabilidad. Se destaca un cambio textural abrupto entre ambos horizontes, que dificulta la entrada del agua, produciéndose una falsa napa de agua que fluctúa hasta cerca de la superficie, con movimientos laterales por el Ebg, ocasionando erosión subsuperficial. Esta napa freática generalmente está unida a numerosas lagunas circulares que existen en este ambiente. La profundidad efectiva generalmente es coincidente con el techo de la napa colgante (50-60 cm.)

Son suelos de muy baja fertilidad, con escaso tenor de materia orgánica, bajo contenido de bases de cambio y C.I.C, débilmente ácidos y de pobre retención de humedad en los horizontes superiores.

Presentan muy severas limitaciones que restringen la elección de plantas y requieren un manejo cuidadoso. Las principales limitantes se refieren al exceso de humedad con sobresaturación por tiempos prolongados, además de su baja fertilidad natural. El uso actual es la ganadería extensiva, no obstante es utilizado para forestación y agricultura, con los consiguientes riesgos, si no se mejoran las condiciones de drenaje y fertilidad. Se ubica en la Clase IVw y el Índice de Productividad es de 16.





**RESUMEN DE APTITUD Y DATOS ANALITICOS**

SERIES	DRENAJE (clases)	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	PENDIENTE (%)	CAPACIDAD DE USO	I.P.	LIMITANTES
BERON DE ASTRADA	Bueno	> 100	1 - 2	Illes	36	Baja fertilidad y erosión eólica/hídrica.
LORETO	Excesivo	> 100	1 - 2	Illes	33	Baja fertilidad y erosión hídrica/eólica.
CHAVARRI A	Imperfecto/Moderado	50 - 60	1 - 1,5	IVw	16	Drenaje deficiente y baja fertilidad.

BERON DE ASTRADA																
GRANULOMETRIA								CATIONES DE CAMBIO								
Arena																
HZTE.	PROF.	M.O.	Arcilla	Limo	Fina	Gruesa	pH	Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T	PSI	
cm.			%	%	%	%		meq/100g								%
Ap	0/16	0,55	6,6	6,0	86,1	1,3	6,3	1,4	0,1	0,20	0,3	1,1	3,1	69	9,6	
A2	16/42	0,31	4,6	6,7	87,3	1,4	6,6	0,6	0,3	0,13	0,2	1,0	1,2	>100	8,9	
Bat	42/70	0,35	16,0	5,9	76,7	1,4	5,9	2,7	0,1	0,20	0,5	2,4	3,0	>100	8,4	
Btb1	70/132	0,50	22,1	6,3	70,3	1,2	5,9	3,0	0,5	0,15	0,2	3,1	7,1	56	3,0	
Btb2	132/+	0,41	25,9	4,3	68,7	1,1	6,1	4,2	1,2	0,32	0,3	3,0	5,7	>100	3,3	

LORETO																	
GRANULOMETRIA								CATIONES DE CAMBIO									
Arena																	
HZTE.	PROF.	M.O.	Arcilla	Limo	Fina	Gruesa	pH	Ca	Mg	K	Na	H	Al	T	S/T	PSAI	
cm.			%	%	%	%		meq/100g									%
Ap	0/18	0,97	4,2	11,8	83,4	0,6	4,8	2,1	0,4	0,16	0,3	0,9	<0,1	3,5	94	7,7	
A2	18/46	0,72	11,6	10,5	77,1	0,8	4,6	1,3	0,6	0,30	0,3	1,0	0,6	4,1	60	8,5	
BAt	46/78	0,60	20,2	8,2	71,0	0,6	4,7	2,1	0,8	0,14	0,3	1,8	0,5	5,2	64	5,8	
Bt	78/+	0,48	21,2	9,7	68,3	0,6	5,0	2,3	0,9	0,10	0,2	1,8	0,4	5,4	66	11,0	





Estación Experimental Agropecuaria Corrientes



CHAVARRIA																
	GRANULOMETRIA						CACIONES DE CAMBIO									
	Arena															
HZTE.	PROF.	M.O.	Arcilla	Limo	Fina	Gruesa	pH	Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T	PSI	
cm.	%		%					meq/100g								%
Ap	0/10	0,84	4,6	10,3	84,7	0,4	4,3	1,6	0,4	0,1	0,1	1,9	4,0	55	2,4	
A	10/22	0,67	4,7	9,3	85,5	0,5	4,3	1,0	0,4	0,1	0,1	2,3	4,0	40	2,5	
C	22/43	0,41	4,1	10,9	84,6	0,4	4,3	1,6	0,4	0,1	0,1	1,4	4,4	50	2,7	
Ebg	43/63	0,29	3,2	6,9	89,4	0,5	4,8	1,0	0,4	0,1	0,1	1,8	3,2	50	2,9	
EBg	63/70	0,36	9,8	10,3	79,2	0,7	5,7	4,0	0,2	0,2	0,2	1,4	6,4	78	3,1	
2Btgb1	70/80	0,48	19,5	13,9	66,3	0,3	6,2	10,8	2,2	0,4	0,7	1,8	15,7	90	4,4	
2Btgb2	80/+	0,26	24,4	12,0	62,9	0,4	7,1	13,5	3,1	0,6	1,2	1,1	19,6	94	6,0	



Estación Experimental Agropecuaria Corrientes





## UNIDAD CARTOGRAFICA: 22

### Asociación:

Glosacualfes típicos, arcillosa fina (Rincón del Madregón).

Albacualfes típicos, franco fina, mixta (Costa Grande).

Argiacuales abrupticos, arcillosa fina (Cañada Burgos).

Limitantes: Anegamiento y drenaje deficiente.

Paisaje: Planicie subcónava con inundaciones periódicas, salpicada de isletas convexas de vegetación arbustiva en proximidades a las cañadas.

Materiales originarios: Formación Toropí-Yupoí. Arenas arcillosas y areniscas pelíticas, bastante arenosas de coloración gris amarillento, hasta rojizas.

## SERIES

Rincón del Madregón: Localizado en los Dptos. de Empedrado, Mburucuyá y General Paz. Cubre una superficie de L 50% de la unidad y participa además como suelo subordinado en la unidad 23 con un 30%. Se ubica en relieve subnormal cóncavo, en posición de bajo, con pendientes menores a 0,5%. El tapiz vegetal está dominado por un pajonal de *Andropogon lateralis*, acompañado de *Axonopus* sp. y Ciperáceas. El escurrimiento es lento a muy lento, la permeabilidad lenta y el drenaje imperfecto, con anegamientos periódicos de larga duración. Representa a ambientes típicos de "malezales", conformando un microrelieve en reticulado de canalículos y columnas, por dónde circula el agua.

El epipedón es ócrico, de 30 cm. de espesor, con moteados abundantes y lenguas (tongues) en el horizonte argílico (Bt), que es franco-arcilloso a arcilloso, fuertemente estructurado, de baja conductividad hidráulica. Es de reacción debilmente ácida a alcalina en profundidad, en donde se observan abundantes concreciones de carbonatos de calcio y hierro-manganeso. Son suelos moderadamente fértiles, con predominio de calcio y magnesio y medianamente provistos de materia orgánica. La profundidad efectiva alcanza los 75 cm.

Esta Serie de suelos es inadecuada para cultivos comunes debido a los periódicos anegamientos y al drenaje imperfecto; son utilizados principalmente para ganadería extensiva sobre campo natural y en menor proporción para el cultivo de arroz. La clase de Capacidad de Uso es Vw y el Índice de Productividad es 7.

Costa Grande: Cubre una superficie del 30% y además participa como suelo principal en la unidad 25, con una participación del 50%. Se ubica en relieve subnormal posición de bajo, con pendiente inferior al 0,5%. El tapiz vegetal es un pajonal, combinado con árboles (espinillo) dispersos y manchones de ciperáceas. El escurrimiento es muy lento a lento, la permeabilidad lenta y el drenaje imperfecto, con anegamiento frecuente en época de grandes crecientes.

El epipedon es ócrico, somero y presenta además un horizonte álbico (E), franco-arenoso, bien expresado, sobre un horizonte argílico y textural, Bt, franco-arcillo-arenoso, de baja conductividad hidráulica, pardo muy oscuro en la parte superior y pardo amarillento en profundidad (Btg). Se observan moteados desde la superficie, concreciones de carbonato de calcio y hierro-manganeso a los 72 cm.





Tiene reacción débilmente ácida a neutro en profundidad. Es medianamente rico en bases de cambios, incluyendo potasio y fósforo, (este último en los primeros 18 cm.) y de alto contenido de materia orgánica en superficie.

Son suelos con severas limitaciones, debidas a las frecuentes inundaciones y drenaje imperfecto, por lo que son inadecuados para agricultura de secano. Se utilizan como campo natural de pastoreo y para el cultivo de arroz. La Clase de Capacidad de Uso es Vlw y el Índice de Productividad es 7.

**Cañada Burgo:** Cubre aproximadamente el 20% de la unidad y se ubica en un relieve normal posición de lomas aplanadas, con pendiente de hasta el 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de *Paspalum notatum*, *Axonopus* sp., *Elionurus* sp., ciperáceas y árboles agrupados siguiendo los paleocauces. El escurrimiento es muy lento, la permeabilidad lenta y el drenaje es pobre a imperfecto.

Presenta un epipedon mólico somero, franco-arenoso, de reacción ácida; le sigue un horizonte argílico, Bt, franco-arcillo-arenoso a arcilloso, de 53 cm. de espesor, pardo muy oscuro, de reacción neutra a alcalina en la base del argílico y en el techo del horizonte Ck; este último presenta abundantes concreciones de carbonato de calcio y la profundidad efectiva de la Serie llega a 76 cm. Son medianamente fértiles, con altos niveles de calcio y magnesio y ricos en materia orgánica en el epipedon mólico.

Esta clase de suelos tienen severas limitaciones que restringen la elección de plantas y requieren un manejo muy cuidadoso, debido a los efectos del exceso de humedad. El uso actual es como campo natural de pastoreo y para el cultivo de arroz. El Índice de Productividad es 9 y la Capacidad de Uso de Vlw.

#### RESUMEN DE APTITUD Y DATOS ANALITICOS

SERIES	DRENAJE (clases)	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	PENDIENTE (%)	CAPACIDAD DE USO	I.P.	LIMITANTES
RINCON DEL MADREGON	Imperfecto	75	0 - 0,5	Vlw	7	Anegamiento y drenaje deficiente.
COSTA GRANDE	Imperfecto	75	0 - 0,5	Vlw	7	Anegamiento y drenaje deficiente.
CAÑADA BURGOS	Pobre / Imperfecto	76	0 - 0,5	Vlw	9	Drenaje deficiente.





Estación Experimental Agropecuaria Corrientes



RINCON DEL MADREGON														
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CACIONES DE CAMBIO						
			Arcilla	Arena				Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T
				Limo	Fina	Gruesa								
			.....%				.....%							
A1	0/15	2,42	18,8	24,4	56,7	0,0	5,5	3,6	0,4	---	---	2,4	8,5	71
A2	15/30	1,85	17,6	22,4	60,0	0,0	5,9	3,8	0,6	---	---	2,8	7,7	62
BAt	30/40	1,04	29,2	14,8	56,0	0,0	6,2	6,1	1,0	---	---	3,3	11,1	70
Bt	40/50	1,04	34,2	11,4	54,4	0,0	6,4	7,1	1,0	---	---	3,3	15,7	78
Btss1	50/75	0,48	32,9	14,7	56,6	0,0	7,3	7,5	1,1	---	---	2,6	14,0	81
Btss2	75/90	0,17	33,4	12,5	54,0	0,0	8,5	8,2	1,0	---	---	2,4	14,7	83
Btk	90/+	0,15	41,4	14,4	44,2	0,0	8,8	8,4	1,6	---	---	2,4	15,6	84

COSTA GRANDE															
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CACIONES DE CAMBIO							PSI
			Arcilla	Arena				Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T	
				Limo	Fina	Gruesa									
			.....%				.....%								
A	0/10	5,02	27,1	34,6	38,0	0,3	5,3	6,0	1,3	0,52	0,7	7,3	12,2	69	6,0
E	10/18	1,91	12,0	19,2	67,3	1,5	5,8	5,4	0,4	0,13	0,7	4,5	8,2	80	9,0
2Bt1	18/44	1,85	25,1	15,4	58,3	1,2	6,0	16,2	4,1	0,33	2,1	7,6	22,0	100	10,0
2Bt2	44/72	0,74	42,2	18,6	38,2	1,0	6,9	16,8	3,7	0,45	1,7	2,7	22,5	100	8,0
3Btg1	72/95	0,16	20,7	38,7	39,5	1,1	8,2	---	---	0,67	1,6	---	14,4	---	11,0
3Btg2	95/+	0,22	25,2	42,1	31,9	0,8	8,2	---	---	0,86	1,7	---	18,0	---	9,0

CAÑADA BURGO														
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CACIONES DE CAMBIO						
			Arcilla	Arena				Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T
				Limo	Fina	Gruesa								
			.....%				.....%							
A	0/11	6,33	17,2	21,1	61,7	0,0	5,3	5,1	1,1	---	---	1,9	9,9	80
Bt1	11/24	0,98	22,9	15,7	61,4	0,0	7,3	11,3	2,2	---	---	0,8	15,7	94
Bt2	24/64	0,86	42,2	12,8	44,9	0,0	7,2	8,2	2,0	---	---	2,4	12,7	81
Ck	64/+	0,12	21,8	20,7	57,3	0,0	9,1	21,8	3,1	---	---	0,1	25,1	100



Estación Experimental Agropecuaria Corrientes





## UNIDAD CARTOGRAFICA: 23

### Asociación:

Albacualfes vérticos, arcillosa fina (Cañada Cari).

Glosacualfes típicos, arcillosa fina (Rincón del Madregón).

Natracualfes típicos, franco fina, mixta (Ocá).

Limitantes: Anegamiento y sodicidad.

Paisaje: Constituye un plano tendido, con pastizales y pajonales, salpicado de vegetación arbórea en forma de "bosquetes" en paleocauces y cursos actuales.

Materiales originarios: Formación Toropí-Yupoí. Arcilla arenosa y arenisca bastante pelética, de coloración gris amarillento, hasta rojizas.

### SERIES

Cañada Cari: Localizado en la parte meridional del Dpto. de Empedrado y NW del Dpto. de Saladas, a ambos lados del Ayo. San Lorenzo. Cubre alrededor del 50% de la superficie. Se ubica en relieve subnormal en posición de bajo (planos hidromórficos), con pendientes menores a 0,5%. El tapiz vegetal está compuesto de un pajonal de *Andropogon lateralis*, *Esporobolus* sp., *Eragrostis lugen*, paja mansa, además de *Ipomoea fistulosa* y Ciperáceas. El escurrimiento es muy lento, la permeabilidad lenta y el drenaje imperfecto, con anegamientos frecuentes en época de grandes crecientes.

El horizonte superior (A) es ócrico, franco-arenoso de reacción ácida, a continuación aparece un E (álbico), franco-arenoso, constituyendo en su base un cambio textural abrupto con el Bt (argílico), franco arcillo-arenoso a arcilloso, de color pardo oscuro y gris oliva pálido desde los 85 cm., fuertemente estructurado, con predominio de arcillas expandibles indicada por la presencia de grietas y barnices de fricción. Es debilmente ácido a neutro en profundidad y tiene un espesor de 77 cm. La profundidad efectiva llega a 55 cm.

Son suelos con baja fertilidad en la capa arable, con niveles medios de bases de cambio, y moderado porcentaje de materia orgánica en el epipedon.

No es adecuado para cultivos comunes de secano; las limitaciones son severas y se deben a peligro de inundaciones frecuentes y drenaje deficiente. Son utilizados como campo natural de pastoreo y cultivo de arroz. El Índice de Productividad alcanza a 12, y la Clase de Capacidad de Uso es Vw.

Rincón del Madregón: Cubre una superficie del 30% de la unidad, esta Serie participa en la unidad 22 como suelo principal. Se ubica en relieve subnormal cóncavo, en posición de bajo, con pendientes menores a 0,5%. El tapiz vegetal está dominado por un pajonal de *Andropogon lateralis*, acompañado de *Axonopus* sp. y Ciperáceas. El escurrimiento es lento a muy lento, la permeabilidad lenta y el drenaje imperfecto, con anegamientos periódicos de larga duración. Representa a ambientes típicos de "malezales", conformando un microrelieve en reticulado de canalículos y columnas, por dónde circula el agua.

El epipedón es ócrico, de 30 cm. de espesor, con moteados abundantes y lenguas (tongues) en el horizonte argílico (Bt), que es franco-arcilloso a arcilloso,





fuertemente estructurado, de baja conductividad hidráulica. Es de reacción debilmente ácida a alcalina en profundidad, en donde se observan abundantes concreciones de carbonatos de calcio y hierro-manganeso. Son suelos moderadamente fértiles, con predominio de calcio y magnesio y medianamente provistos de materia orgánica. La profundidad efectiva alcanza los 75 cm.

Esta Serie de suelos es inadecuada para cultivos comunes debido a los periódicos anegamientos y al drenaje imperfecto; son utilizados principalmente para ganadería extensiva sobre campo natural y en menor proporción para el cultivo de arroz. La clase de Capacidad de Uso es Vlw y el Índice de Productividad es 7.

**Ocá:** Cubre una superficie del 20% aproximadamente. Es una de la Series de mayor dispersión en la región occidental de la provincia, ya que forma parte de las unidades 25, 33, 54, 60, 70, 72, y 90.

Se ubica generalmente en un relieve normal-subnormal, en posición de plano alto (terrazza alta), con pendiente de 0-0,5%. La vegetación está constituida por especies xeró-filas asociadas a otras halófitas (*Schinopsis balansae*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Prosopis affinis*, *Prosopis sp.*, además de *Bromelia* y *aechmea sp.*). El escurrimiento es medio a rápido, permeabilidad muy lenta y el drenaje es imperfecto a pobre.

Presenta un horizonte álbico (E), en superficie de 5 cm. de espesor, gris claro a blanco, por lo que se denomina "blanquiales o blanquizales", este horizonte se sobrepone a un Btn, nátrico, franco-arcillo-arenoso a franco-arcilloso, fuertemente alcalino de muy baja conductividad hidráulica, con tenores de sodio intercambiable superiores al 15%. El espesor del nátrico es 67 cm., con elevada retención de humedad. Son suelos particularmente secos por debajo de los primeros centímetros con problemas de aridez fisiológica. Como están ubicados en un plano intermedio de terraza, es común encontrarlos semicu-biertos por materiales transportados de los sectores más altos, enmascarando algunas de su características.

Las condiciones químicas de estos suelos están bloqueadas por el alto porcentaje de sodio intercambiable, lo que torna impracticable cualquier tipo de cultivo. Las limitantes son severas, por lo tanto se limita al uso como campo natural de pastoreo, vida silvestre y explotación de madera para leña y postes. El Índice de Productividad es 2 y Clase de Capacidad de Uso es Vls.

#### RESUMEN DE APTITUD Y DATOS ANALITICOS

SERIES	DRENAJE (clases)	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	PENDIENTE (%)	CAPACIDAD DE USO	I.P.	LIMITANTES
CAÑADA CARI	Imperfecto	55	0 - 0,5	Vw	12	Anegamiento y drenaje deficiente.
RINCON DEL MADREGON	Imperfecto	75	0 - 0,5	Vlw	7	Anegamiento y drenaje deficiente.
OCA	Imperfecto / Pobre	72	0 - 0,5	Vls	2	Sodicidad y drenaje deficiente.





CAÑADA CARI																	
	GRANULOMETRIA						CATIONES DE CAMBIO										
	Arena																
HZTE.	PROF.	M.O.	Arcilla	Limo	Fina	Gruesa	pH	Ca	Mg	K	Na	H	Al	T	S/T	PSAI	
cm.	%						meq/100g										.....%
A	0/20	2,36	14,6	24,0	60,9	0,5	5,7	2,6	0,7	0,20	0,3	4,8	0,6	8,6	44	3,4	
E	20/32	0,53	14,3	19,1	65,9	0,7	5,8	1,8	0,2	0,09	0,3	2,2	0,8	4,5	52	6,5	
Bt1	32/55	0,91	31,7	15,9	51,5	0,9	6,0	8,4	0,8	0,17	0,7	5,6	1,2	15,6	64	4,4	
Bt2	55/85	0,48	49,9	10,6	39,0	0,5	6,8	3,5	4,1	0,35	1,1	8,1	<0,1	27,1	70	4,0	
Btg1	85/109	0,17	43,3	43,2	42,9	0,6	7,1	12,6	4,6	0,35	1,0	3,6	0,8	22,1	84	4,5	
Btg2	109/+	0,14	44,7	16,6	38,0	0,7	7,3	11,1	4,6	0,42	0,9	2,1	1,0	19,1	89	4,7	

RINCON DEL MADREGON																	
	GRANULOMETRIA						CATIONES DE CAMBIO										
	Arena																
HZTE.	PROF.	M.O.	Arcilla	Limo	Fina	Gruesa	pH	Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T			
cm.	%						meq/100g										.....%
A1	0/15	2,42	18,8	24,4	56,7	0,0	5,5	3,6	0,4	---	---	---	2,4	8,5	71		
A2	15/30	1,85	17,6	22,4	60,0	0,0	5,9	3,8	0,6	---	---	---	2,8	7,7	62		
BAt	30/40	1,04	29,2	14,8	56,0	0,0	6,2	6,1	1,0	---	---	---	3,3	11,1	70		
Bt	40/50	1,04	34,2	11,4	54,4	0,0	6,4	7,1	1,0	---	---	---	3,3	15,7	78		
Btss1	50/75	0,48	32,9	14,7	56,6	0,0	7,3	7,5	1,1	---	---	---	2,6	14,0	81		
Btss2	75/90	0,17	33,4	12,5	54,0	0,0	8,5	8,2	1,0	---	---	---	2,4	14,7	83		
Btk	90/+	0,15	41,4	14,4	44,2	0,0	8,8	8,4	1,6	---	---	---	2,4	15,6	84		

OCA																	
	GRANULOMETRIA						CATIONES DE CAMBIO										
	Arena																
HZTE.	PROF.	M.O.	Arcilla	Limo	Fina	Gruesa	pH	Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T	PSI		
cm.	%						meq/100g										.....%
E	0/5	1,90	7,1	19,7	76,4	1,8	5,6	2,2	1,0	0,3	0,4	1,4	6,4	61	7,5		
Btn1	5/14	1,30	14,0	16,1	68,3	1,6	6,7	3,9	1,2	0,3	4,1	1,4	12,0	79	37,6		
Btn2	14/51	1,29	29,2	26,1	43,8	0,7	7,8	1,9	0,9	0,3	11,2	0,6	15,2	96	74,0		
Btn3	51/72	0,60	26,6	27,6	44,1	1,7	9,0	---	---	0,4	14,2	---	20,6	---	79,0		
Cnk	72/+	0,24	26,2	25,4	47,2	1,0	9,4	---	---	0,3	13,4	---	13,7	100	98,0		





## UNIDAD CARTOGRAFICA: 68

### Asociación:

Paleudoles típicos, franco fina, mixta (Parada Coco).

Paleudalfes ródicos, franco fina, mixta (Lomas de Empedrado).

Epiacualfes típicos, franco fina, mixta (Andreau).

Limitantes: Susceptibilidad a la erosión hídrica y drenaje deficiente.

Paisaje: Planicie suavemente ondulada, del dique natural del río Paraná, incluyendo albardones de cursos de agua y planos hidromórficos.

Materiales originarios: Formación Toropí-Yupoí. Arenas muy pelíticas y pelitas muy arenosas. Coloración gris verdosa, rosada y castaña; poco calcáreas. Las arcillas corresponden principalmente a montmorillonitas e illitas.

## SERIES

Parada Coco: Localizada en el Dpto. Empedrado a la vera del río Paraná; la ruta 12 y la vía férrea la recorren en toda su extensión, hasta la margen del arroyo San Lorenzo. Cubre un 50% de la superficie de esta unidad cartográfica y se ubica en relieve normal, en loma y media loma alta, con pendiente de 1 a 3%. La vegetación corresponde a un pastizal de *Schizachyrium* sp., con malezas tales como: *Vernonia chamaedrys*, *Bacharis coridifolia* y *Conyza* sp. Son suelos moderadamente bien drenados, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta, sin peligro de anegamiento.

Presenta epipedon mólico, franco arenoso a franco arcillo arenoso, de color negro. El horizonte Bt subyacente, es argílico, franco arcillo arenoso, de color pardo muy oscuro en su parte superior y pardo en la inferior, con moteados rojizos, de cromas altos. El pH es medianamente ácido a neutro y alcalino en el horizonte Ckss, donde hay concreciones de carbonato de calcio, de hierro manganeso y cutanes de fricción. La profundidad efectiva llega a 90 cm.

Son suelos medianamente provistos de bases de cambio y materia orgánica, ricos en calcio y magnesio, de buena retención de humedad. Poseen algunas limitaciones por la susceptibilidad a la erosión hídrica, lo que reduce la elección de cultivos. Pueden ser usados en agricultura, campos naturales de pastoreo, lotes de árboles y vida silvestre. El uso actual es el de cultivos de escarda, horticultura, citrus y como campo natural de pastoreo. El Índice de Productividad es 52 y la Clase de Capacidad de Uso es IIe.

Lomas de Empedrado: Cubre aproximadamente el 30% de la superficie de esta unidad y se ubica en relieve normal, en lomas con pendientes de 1 a 3%. Son suelos bien a excesivamente drenados, con escurrimiento medio y permeabilidad moderada a rápida, sin peligro de sufrir anegamientos.

Poseen un epipedón ócrico de 40 cm. de espesor, arenoso franco a franco arenoso, pardo oscuro a pardo rojizo oscuro. Se destaca el horizonte Bt, argílico, por su color rojo oscuro, de más de 100 cm. de espesor y de textura franco arcillo arenosa. La reacción, es fuertemente ácida.





Son suelos profundos con excelentes condiciones físicas para el desarrollo de las raíces y penetración del agua, pero de baja fertilidad natural, muy poco provistos de materia orgánica. La retención de humedad es baja en el epipedón y moderada en el argílico.

Esta Serie presenta factores limitantes como la susceptibilidad a la erosión hídrica (eólica en menor medida) y baja fertilidad, lo que restringe la elección de cultivos. Pueden ser utilizados en cultivos comunes, campos de pastoreo, forestación y vida silvestre. El uso actual es el de agricultura de bajos insumos, campo natural de pastoreo y forestación, con un Índice de Productividad de 33 y una Capacidad de Uso de Illes.

**Andreau:** Cubre un área correspondiente al 20% de la unidad. Participa además en las unidades cartográficas 3, 18 y 91.

Se ubica en planos de terrazas (cañada alta), con pendiente general no mayor al 0,5%. La vegetación es una pradera de pastos cortos y malezas (*Panicum miliodes*, *Paspalum sp.*, *Eragrostis bahiensis*, *Sorghastrum agrostoides*, *Vernonia chamaedris*, Ciperáceas). El escurrimiento es lento, permeabilidad lenta y el drenaje es deficiente.

El epipedón es ócrico, franco arenoso, somero, de color gris claro. Le continúa un horizonte argílico, franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, con cambio textural abrupto, que dificulta la circulación del agua y penetración de las raíces. La profundidad efectiva llega hasta los 60 cm.

Son suelos moderadamente fértiles, con mediana provisión de bases de cambio y de materia orgánica y buena retención de humedad. Las limitantes permanentes que afectan a éstos suelos son drenaje deficiente, frecuentes excesos de humedad en el perfil, además de un horizonte A, somero. El uso actual es ganadería de cría y en menor proporción, el cultivo de arroz. La Capacidad de Uso de estos suelos es de Vw y el Índice de Productividad es de 15.

#### RESUMEN DE APTITUD Y DATOS ANALITICOS

SERIES	DRENAJE (clases)	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	PENDIENTE (%)	CAPACIDAD DE USO	I.P.	LIMITANTES
PARADA COCO	Moderado	90	1 - 3	Ile	52	Erosión hídrica
LOMAS DE EMPEDRADO	Bueno / excesivo	>100	1 - 3	Illes	33	Erosión hídrica y baja fertilidad.
ANDREAU	Pobre	60	0 - 0,5	Vw	15	Drenaje deficiente y exceso de humedad.





Estación Experimental Agropecuaria Corrientes



PARADA COCO																
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CATIONES DE CAMBIO								PSI
			Arcilla	Arena				Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T		
				Limo	Fina	Gruesa									meq/100g	
A	0/15	2,16	16,3	18,5	64,4	0,8	5,7	8,4	1,3	0,25	0,4	4,2	11,3	92	3,0	
BAt	15/38	2,12	22,3	17,8	59,0	0,9	6,2	12,8	1,1	0,16	0,4	4,7	15,2	95	2,0	
Bt	38/61	1,29	26,2	17,0	55,9	0,9	6,4	13,1	1,0	0,13	0,2	4,9	16,8	86	1,0	
Btss	61/92	0,35	31,7	12,2	54,7	1,4	7,0	18,0	1,1	0,22	0,2	4,0	22,3	87	1,0	
Ckss	92/+	0,24	11,6	18,8	68,1	1,4	8,4	---	---	0,25	0,2	---	22,1	---	1,0	

LOMAS DE EMPEDRADO																
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CATIONES DE CAMBIO								PSI
			Arcilla	Arena				Ca	Mg	K	Na	H	Al	T	S/T	
				Limo	Fina	Gruesa										
Ap	0/16	0,36	5,6	11,0	82,4	1,0	5,7	<0,1	<0,1	0,1	0,3	1,0	<0,1	1,4	32	18,0
A	16/40	0,52	7,5	15,6	75,8	1,1	5,6	<0,1	<0,1	0,1	0,2	1,5	<0,1	2,1	15	10,0
BAt	40/61	0,41	19,6	16,4	63,2	0,8	5,5	3,0	0,3	0,1	0,2	3,3	0,4	5,3	68	3,0
Bt1	61/92	0,57	26,7	14,4	58,3	0,6	5,7	4,0	0,6	0,1	0,2	4,2	0,2	7,3	67	2,0
Bt2	92/+	0,28	36,4	11,7	51,2	0,6	5,9	5,8	1,3	0,1	0,2	4,7	0,2	12,3	62	2,0

ANDREAU																
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CATIONES DE CAMBIO								PSI
			Arcilla	Arena				Ca	Mg	K	Na	H	T	S/T		
				Limo	Fina	Gruesa									meq/100g	
A	0/18	1,60	14,6	26,1	58,4	0,9	5,1	4,7	0,8	0,2	0,3	3,2	9,1	66	3,2	
Bt1	18/38	1,27	21,1	25,1	52,3	1,5	5,7	9,0	2,0	0,2	0,7	3,8	15,2	78	4,4	
Bt2	38/72	0,72	31,3	21,3	46,1	1,3	6,9	14,3	3,5	0,4	1,1	7,9	20,7	93	4,0	
Bt3	72/100	0,36	33,7	23,3	41,8	1,2	7,2	13,2	2,9	0,6	1,1	1,4	19,2	93	5,7	
BC	100/145	0,27	30,8	24,7	43,3	1,2	7,2	12,0	3,1	0,5	0,9	1,4	17,9	92	5,0	
C	145/+	0,15	27,1	19,9	51,8	1,2	7,0	10,3	2,7	0,2	0,9	1,4	15,2	93	5,8	



Estación Experimental Agropecuaria Corrientes





## UNIDAD CARTOGRAFICA: 91

### Asociación:

Paleudoles típicos, franco fina, mixta (Rincón de Ambrosio).

Argiudoles ácuicos, franco fina, mixta (Treviño).

Epiacualfes típicos, franco fina, mixta (Andreau).

Limitantes: Susceptibilidad a la erosión hídrica y drenaje deficiente.

Paisaje: Planicie suavemente ondulada conformando albardones, lomadas parcialmente disectadas y planos hidromórficos a la vera del río Paraná y afluentes.

Materiales originarios: Sedimentos Post - Yupoí, asentados sobre Formación Toropí -Yupoí .

### SERIES

Rincón de Ambrosio: Localizado en los Dptos. de Bella Vista, Saladas y Empedrado, entre los arroyos Ambrosio y San Lorenzo y el río Paraná. Abarca un 50% de la superficie de la unidad y se ubica en relieve normal (albardón), en loma a media loma alta, con pendientes de 1 a 3 %. La vegetación está alterada por el uso agrícola, con *Setaria geniculata*, *Schizachyrium sp.*, *Paspalum notatum* y *Cynodon dactylon*. El drenaje es moderado, con escurrimiento medio y permeabilidad moderadamente lenta.

El epipedón mólico, espeso, franco a franco arcillo arenoso y gris pardusco muy oscuro. El horizonte subyacente 2Btss argílico, es franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo, con moteados rojizos de cromas altos, concreciones de hierro manganeso y de reacción débilmente ácida en profundidad. La profundidad efectiva alcanza los 100 cm.

Son suelos medianamente fértiles, con mediano contenido de bases de cambio, con buen nivel de calcio, magnesio y potasio y relativamente moderado en contenido de materia orgánica. Presentan buena aptitud agrícola con algunas limitaciones por susceptibilidad a la erosión hídrica. Pueden ser usados para agricultura, forestación, pastoreo extensivo o vida silvestre. Suelos muy utilizados en citricultura, cultivos anuales, forestación, horticultura y como campo natural de pastoreo. El Índice de Productividad es de 50 y la Capacidad de Uso es IIe.

Treviño: Cubre un 30% de la superficie de esta unidad y participa además de la unidad cartográfica 95. Se ubica en relieve normal, media loma alta a media loma, con pendientes de 1 a 1,5 %. La vegetación natural es un pastizal de *Paspalum notatum*, *Sporobolus sp.*, *Cynodon dactylon*, *Andropogon lateralis* y malezas con *Eryngium sp.* y *Vernonia sp.* Son moderadamente bien drenados, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad moderadamente lenta a moderada, encharcables por cortos períodos.

Presenta un epipedón mólico de 40 cm. de profundidad, que incluye un BA<sub>t</sub>; franco arenoso, color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. El horizonte argílico (B<sub>t</sub>), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, tiene color negro y reacción neutra. Los moteados y concreciones de hierro-manganeso comienzan a los 17 cm. y la profundidad efectiva llega hasta 65 cm.





Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios en bases de cambio, especialmente en el Bt y de materia orgánica en el epipedón; muy pobres en fósforo. Poseen aptitud agrícola, aunque con limitaciones por susceptibilidad a la erosión hídrica y encharcamientos, que restringen la elección de cultivos, y/o requieren prácticas especiales de conservación. Pueden ser usados para cultivos comunes, lotes de árboles, pastoreo extensivo o vida silvestre. El uso actual es agrícola, forestal, ganadero extensivo y en menor proporción arroz. El Índice de Productividad es de 50 y la Capacidad de Uso es IIIe.

**Andreau:** Cubre una superficie del 20% de esta unidad. En la unidad 3 es el suelo principal, y subordinado en las unidades 18 y 68.

Se ubica en planos de terrazas (cañada alta), con pendiente general no mayor al 0,5%. La vegetación es una pradera de pastos cortos y malezas (*Panicum miliodes*, *Paspalum sp.*, *Eragrostis bahiensis*, *Sorghastrum agrostoides*, *Vernonia chamaedris*, Ciperáceas). El escurrimiento es lento, permeabilidad lenta y el drenaje es deficiente.

El epipedón es ócrico, franco arenoso, somero, de color gris claro. Le continúa un horizonte argílico, franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, con cambio textural abrupto, que dificulta la circulación del agua y penetración de las raíces. La profundidad efectiva llega hasta los 60 cm.

Son suelos moderadamente fértiles, con mediana provisión de bases de cambio y de materia orgánica y buena retención de humedad. Las limitantes permanentes que afectan a éstos suelos son drenaje deficiente, frecuentes excesos de humedad en el perfil, además de un horizonte A, somero. El uso actual es ganadería de cría y en menor proporción, el cultivo de arroz. La Capacidad de Uso de estos suelos es de Vw y el Índice de Productividad es de 15.

#### RESUMEN DE APTITUD Y DATOS ANALITICOS

SERIES	DRENAJE (clases)	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	PENDIENTE (%)	CAPACIDAD DE USO	I.P.	LIMITANTES
RINCON DE AMBROSIO	Moderado	100	1 - 3	Ile	50	Erosión hídrica
TREVIÑO	Moderado	65	1 - 1,5	IIIe	50	Erosión hídrica y encharcamientos cortos.
ANDREAU	Pobre	60	0 - 0,5	Vw	15	Drenaje deficiente y exceso de humedad.





Estación Experimental Agropecuaria Corrientes



RINCON DE AMBROSIO																	
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CATIONES DE CAMBIO								S/T %	PSI
			Arcilla	Limo	Arena			Ca	Mg	K	Na	H	T				
					Fina	Gruesa								.....meq/100g.....			
Ap	0/16	1,14	6,7	14,4	78,3	0,6	5,8	3,4	1,6	0,4	0,2	1,5	7,0	80	2,8		
A	16/41	1,48	10,7	19,4	69,2	0,2	5,1	6,3	2,1	0,5	0,2	2,4	11,5	79	2,0		
2Btss1	41/60	1,45	25,5	26,1	48,2	0,2	4,7	13,0	4,2	0,6	0,2	6,0	23,3	77	0,8		
2Btss2	60/100	0,52	31,6	22,3	45,8	0,1	5,5	14,7	5,0	0,7	0,3	3,4	24,2	86	1,0		
2Btss3	100/121	0,40	30,3	23,5	45,9	0,3	6,1	12,8	4,6	0,7	0,3	4,6	20,5	90	1,3		
2Btg	121/142	0,40	21,7	31,0	47,2	0,1	6,1	14,0	4,3	0,7	0,3	1,9	20,5	94	1,4		
2Cg	142/+	0,25	20,0	25,7	54,2	0,1	6,1	13,1	4,3	0,7	0,4	1,5	19,7	94	2,0		

TREVIÑO																	
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CATIONES DE CAMBIO								S/T %	PSI
			Arcilla	Limo	Arena			Ca	Mg	K	Na	H	T				
					Fina	Gruesa								.....meq/100g.....			
A1	0/17	1,72	11,6	21,5	64,7	2,2	5,6	3,5	2,9	0,1	0,3	1,0	6,8	100	3,8		
A2	17/30	1,09	13,7	21,4	63,1	1,8	5,8	5,7	2,4	0,1	0,4	1,0	7,3	100	4,1		
BAt	30/39	1,16	20,0	22,3	55,4	2,3	6,0	8,9	2,9	0,1	0,5	2,6	13,9	89	3,3		
Bt1	39/66	0,90	32,6	16,1	49,6	1,7	6,3	13,9	3,9	0,2	0,8	3,2	20,2	93	3,6		
Bt2	66/87	0,66	32,9	16,6	48,4	2,1	7,0	14,6	4,0	0,3	0,7	1,4	20,8	94	3,3		
Btk	87/+	0,28	30,5	16,6	51,4	1,5	7,4	14,2	4,1	0,3	0,7	1,5	18,6	100	3,3		

ANDREAU																	
HZTE.	PROF. cm.	M.O.	GRANULOMETRIA				pH	CATIONES DE CAMBIO								S/T %	PSI
			Arcilla	Limo	Arena			Ca	Mg	K	Na	H	T				
					Fina	Gruesa								.....meq/100g.....			
A	0/18	1,60	14,6	26,1	58,4	0,9	5,1	4,7	0,8	0,2	0,3	3,2	9,1	66	3,2		
Bt1	18/38	1,27	21,1	25,1	52,3	1,5	5,7	9,0	2,0	0,2	0,7	3,8	15,2	78	4,4		
Bt2	38/72	0,72	31,3	21,3	46,1	1,3	6,9	14,3	3,5	0,4	1,1	7,9	20,7	93	4,0		
Bt3	72/100	0,36	33,7	23,3	41,8	1,2	7,2	13,2	2,9	0,6	1,1	1,4	19,2	93	5,7		
BC	100/145	0,27	30,8	24,7	43,3	1,2	7,2	12,0	3,1	0,5	0,9	1,4	17,9	92	5,0		
C	145/+	0,15	27,1	19,9	51,8	1,2	7,0	10,3	2,7	0,2	0,9	1,4	15,2	93	5,8		



Estación Experimental Agropecuaria Corrientes



### A.6.2- Velocidades medias de escurrimiento y tiempos de concentración de las cuencas.

Cuenca	Pre. Promedio	Curso de agua	Long. Fijado [m]	Unidad Cartografía	Incid. UC s/ Cuenca	Serie	Incid. Serie s/ UC	Incid. Serie s/ Cuenca	Tapa vegetal	Permeabilidad	Drenaje	Escurrimiento	Vel. Esc. Adop. Serie [m/s/5]	Vel. Esc. Pond. Cuenca [m/s/5]	TC Cuenca [min]	TC Cuenca [días]													
A. Gonzalez	0,55%	No Concentrado	77326	Suelo	Incid. UC s/ Cuenca	Serie	Incid. Serie s/ UC	Incid. Serie s/ Cuenca	Tapa vegetal	Permeabilidad	Drenaje	Escurrimiento	Vel. Esc. Adop. Serie [m/s/5]	Vel. Esc. Pond. Cuenca [m/s/5]	TC Cuenca [min]	TC Cuenca [días]													
																	UC 22	8,21%	Rincón del madr. Costa Grande	50% 30%	4,11% 2,46%	Gamiasas y pastos	lento	imperfecto	lento a muy lento	0,54	0,43		
																			Cañada Burgos	20%	1,64%	Gamiasas y árboles agrupados	lento	Pobre a imperfecto	Muy lento	0,40			
																			Cañada Carl	50%	35,02%	Gamiasas y pasto y pasto	lento	imperfecto	Muy lento	0,50			
																			Rincón del Madr. Oca	30% 20%	21,01% 14,07%	Gamiasas y pastos Kerillias, árboles y arbustos	lento Muy lento	imperfecto imperfecto a pobre	lento a muy lento Medio a rápido	0,54 0,57			
																			Parada Coco	50%	10,22%	Pastizales y maderas	Moderadamente lento	Buena	Medio a lento	0,63			
																			Lomas de Emped. Andrau	30%	6,14%	Pastos y árboles maderables	Muy bueno	imperfecto	Medio	0,73			
																			UC 68	20,48%	Rincón de Ambic Treviño	50% 30%	0,64% 0,38%	Gamiasas y maderas	Moderadamente lento	Moderado a bueno	0,67		
																			UC 91	1,28%	Rincón de Ambic Andrau	20%	0,25%	Paderas y maderas	lento	Deficiente	lento a muy lento	0,54	
																	A. Peguajó	1,15%	No Concentrado	52965	Suelo	Incid. UC s/ Cuenca	Serie	Incid. Serie s/ UC	Incid. Serie s/ Cuenca	Tapa vegetal	Permeabilidad	Drenaje	Escurrimiento
UC 22	0,39%	Rincón del madr. Costa Grande	50% 30%	0,20% 0,12%	Gamiasas y pastos	lento	imperfecto	lento a muy lento	0,54	0,43																			
		Cañada Burgos	20%	0,08%	Gamiasas y árboles agrupados	lento	Pobre a imperfecto	Muy lento	0,40																				
		Cañada Carl	50%	12,40%	Gamiasas, pastos y pasto	lento	imperfecto	Muy lento	0,50																				
		Rincón del Madr. Oca	30% 20%	7,44% 4,96%	Gamiasas y pastos Kerillias, árboles y arbustos	lento Muy lento	imperfecto imperfecto a pobre	lento a muy lento Medio a rápido	0,54 0,57																				
		Parada Coco	50%	4,96%	Pastizales y maderas	Moderadamente lento	Buena	Medio a lento	0,63																				
		Lomas de Emped. Andrau	30% 20%	2,98% 1,98%	Pastos y árboles maderables Paderas y maderas	Moderadamente rápida lento	Muy bueno Deficiente	lento a muy lento Medio	0,73 0,54																				
		UC 68	9,92%	Rincón de Ambic Treviño	50% 30%	32,44% 19,46%	Gamiasas y maderas	Moderadamente lento	Moderado a bueno	0,67																			
		UC 91	64,88%	Rincón de Ambic Andrau	20%	12,98%	Paderas y maderas	lento	Deficiente	lento a muy lento	0,54																		
A. San Lorenzo	0,37%	Concentrado	217890	Suelo	Incid. UC s/ Cuenca	Serie	Incid. Serie s/ UC	Incid. Serie s/ Cuenca	Tapa vegetal	Permeabilidad	Drenaje	Escurrimiento	Vel. Esc. Adop. Serie [m/s/5]	Vel. Esc. Pond. Cuenca [m/s/5]	TC Cuenca [min]	TC Cuenca [días]													
																	UC 11	7,42%	Berón de Astrad. Loreto	50% 30%	3,71% 2,23%	Rajolal, pastos y vegetación	Moderadamente rápida	Buena	Medio	0,53			
																			Chavorra	20%	1,48%	Gamiasas y arbustos	Moderadamente lenta	Muy bueno	Medio	0,67			
																			Rincón del madr. Costa Grande	50% 30%	30,15% 15,09%	Gamiasas y pastos	lento	imperfecto	lento a muy lento	0,50			
																			Cañada Burgos	20%	12,06%	Gamiasas y árboles agrupados	lento	Pobre a imperfecto	Muy lento	0,55			
																			Cañada Carl	50%	14,65%	Gamiasas, pastos y pasto	lento	imperfecto	Muy lento	0,50			
																			Rincón del Madr. Oca	30% 20%	8,79% 5,86%	Gamiasas y pastos Kerillias, árboles y arbustos	lento Muy lento	imperfecto imperfecto a pobre	lento a muy lento Medio a rápido	0,50 0,57			
																			Parada Coco	50%	0,18%	Pastizales y maderas	Moderadamente lenta	Buena	Medio a lento	0,54			
																			Lomas de Emped. Andrau	30% 20%	0,11% 0,07%	Pastos y árboles maderables Paderas y maderas	Moderada a rápida lento	Muy bueno Deficiente	Medio lento a muy lento	0,64 0,54			
																			UC 68	0,36%	Rincón de Ambic Treviño	50% 30%	1,30% 0,78%	Gamiasas y maderas	Moderadamente lenta	Moderado a bueno	0,67		
		UC 91	2,61%	Rincón de Ambic Andrau	20%	0,52%	Paderas y maderas	lento	Deficiente	lento a muy lento	0,54																		
A. Ambrosio	0,55%	Concentrado	126153	Suelo	Incid. UC s/ Cuenca	Serie	Incid. Serie s/ UC	Incid. Serie s/ Cuenca	Tapa vegetal	Permeabilidad	Drenaje	Escurrimiento	Vel. Esc. Adop. Serie [m/s/5]	Vel. Esc. Pond. Cuenca [m/s/5]	TC Cuenca [min]	TC Cuenca [días]													
																	UC 11	24,87%	Berón de Astrad. Loreto	50% 30%	12,43% 7,46%	Rajolal, pastos y vegetación	Moderadamente rápida	Buena	Medio	0,53			
																			Chavorra	20%	4,97%	Gamiasas y arbustos	Moderadamente lenta	Muy bueno	Medio	0,67			
																			Rincón del Madr. Oca	50% 30%	37,57% 22,51%	Gamiasas y pastos Rajolal, pastos y vegetación	lento lento	imperfecto imperfecto	lento a muy lento lento a muy lento	0,54 0,43			
																			Parada Coco	50%	15,03%	Gamiasas y árboles agrupados	lento	Pobre a imperfecto	Muy lento	0,40			
																			UC 22	75,13%	Rincón del madr. Costa Grande	50% 30%	37,57% 22,51%	Gamiasas y pastos Rajolal, pastos y vegetación	lento lento	imperfecto imperfecto	lento a muy lento lento a muy lento	0,54 0,43	
																			Cañada Burgos	20%	15,03%	Gamiasas y árboles agrupados	lento	Pobre a imperfecto	Muy lento	0,40			
																			UC 11	24,87%	Berón de Astrad. Loreto	50% 30%	12,43% 7,46%	Rajolal, pastos y vegetación	Moderadamente rápida	Buena	Medio	0,53	
																			Chavorra	20%	4,97%	Gamiasas y arbustos	Moderadamente lenta	Muy bueno	Medio	0,67			
																			UC 22	75,13%	Rincón del madr. Costa Grande	50% 30%	37,57% 22,51%	Gamiasas y pastos Rajolal, pastos y vegetación	lento lento	imperfecto imperfecto	lento a muy lento lento a muy lento	0,54 0,43	

Fuente: Elaboración propia.

### A.6.3- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 1 día.

CHI CUADRADO APLICADO A GUMBEL - 1 DÍA									
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	Yi	F(xi)	p(xi)	n[fs(xi) - p(xi)] <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
1	<50	1	0,0256	0,0256	-1,329	0,023	0,023	0,0003	0,013
2	50-65	9	0,2308	0,2564	-0,429	0,215	0,192	0,0574	0,298
3	65-80	10	0,2564	0,5128	0,471	0,536	0,320	0,1592	0,497
4	80-95	11	0,2821	0,7949	1,371	0,776	0,240	0,0683	0,284
5	95-110	5	0,1282	0,9231	2,271	0,902	0,126	0,0002	0,001
6	110-125	1	0,0256	0,9487	3,171	0,959	0,057	0,0383	0,672
7	125-140	1	0,0256	0,9744	4,071	0,983	0,024	0,0001	0,003
8	>140	1	0,0256	1,0000	-	1,000	0,017	0,0030	0,176
		<b>39</b>					<b>1,000</b>		<b>1,94</b>

< 11,1

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 1,94 < \chi^2_{tabulado} = 11,1$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipotesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO APLICADO A LOG PEARSON III - 1 DÍA											
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	Xi	log(Xi)	Ki	P (x >= xi)	F(Xi)	p(xi)	χ <sup>2</sup>
1	<50	1	0,0256	0,0256	50	1,6990	-1,80894	0,920469	0,079531	0,079531	1,42411191
2	50-65	9	0,2308	0,2564	65	1,8129	-0,77749	0,778435	0,221565	0,142034	2,16204364
3	65-80	10	0,2564	0,5128	80	1,9031	0,03882	0,489546	0,510454	0,288889	0,14240723
4	80-95	11	0,2821	0,7949	95	1,9777	0,71443	0,246702	0,753298	0,242844	0,24687136
5	95-110	5	0,1282	0,9231	110	2,0414	1,29078	0,097709	0,902291	0,148993	0,11311464
6	110-125	1	0,0256	0,9487	125	2,0969	1,79334	0,035659	0,964341	0,06205	0,83318168
7	125-140	1	0,0256	0,9744	140	2,1461	2,23888	0,011668	0,988332	0,023991	0,00442586
8	>140	1	0,0256	1,0000					1	0,011668	0,65260305
		<b>39</b>									<b>5,58</b>

< 9,49

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 5,58 < \chi^2_{tabulado} = 9,49$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipotesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO APLICADO A GIBRAT-GALTON - 1 DÍA										
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	z	X-Xo	P(x≥xi)	F(xi)	P(xi)	X2
1	< 50	1	0,0256	0,0256	-0,38	50	0,96	0,04	0,04	0,20
2	50 - 60	4	0,1026	0,128	-0,26	60	0,86	0,14	0,1	0,00
3	60 - 70	8	0,2051	0,333	-0,14	70	0,68	0,32	0,18	0,14
4	70 - 80	7	0,1795	0,513	-0,02	80	0,5	0,5	0,18	0,00
5	80 - 90	7	0,1795	0,692	0,10	90	0,35	0,65	0,15	0,23
6	90 - 100	5	0,1282	0,821	0,22	100	0,18	0,82	0,17	0,40
7	100-110	4	0,1026	0,923	0,33	110	0,085	0,915	0,095	0,02
8	110-120	1	0,0256	0,949	0,45	120	0,06	0,94	0,025	0,00
9	120-130	1	0,0256	0,974	0,57	130	0,045	0,955	0,015	0,29
10	130-140	0	0,0000	0,974	0,69	140	0,03	0,97	0,015	0,59
11	140-150	0	0,0000	0,974	0,81	150	0,015	0,985	0,015	0,59
12	>150	1	0,0256	1,000	-	-	-	1	0,015	0,29
	TOTAL	<b>39</b>	<b>1,0000</b>						TOTAL	<b>2,75</b>

< 16,9

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 2,75 < \chi^2_{tabulado} = 16,9$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipotesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

### A.6.4- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 3 días.

CHI CUADRADO APLICADO A GUMBEL - 3 DÍAS									
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	Yi	F(xi)	p(xi)	n[fs(xi) - p(xi)] <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
1	<80	2	0,0513	0,051	-1,0164	0,063	0,063	0,0054	0,086
2	80-100	9	0,2308	0,282	-0,4164	0,219	0,156	0,2157	1,379
3	100-120	7	0,1795	0,462	0,1836	0,435	0,216	0,0508	0,236
4	120-140	8	0,2051	0,667	0,7836	0,633	0,198	0,0018	0,009
5	140-160	3	0,0769	0,744	1,3836	0,778	0,145	0,1804	1,245
6	160-180	4	0,1026	0,846	1,9836	0,871	0,093	0,0034	0,037
7	180-200	2	0,0513	0,897	2,5836	0,927	0,056	0,0008	0,014
8	200-220	3	0,0769	0,974	3,1836	0,959	0,032	0,0782	2,435
9	>220	1	0,0256	1,000	-	1,000	0,041	0,0087	0,215
		<b>39</b>					<b>1,000</b>		<b>5,66</b>

< 12,6

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 5,66 < \chi^2_{tabulado} = 12,6$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO APLICADO A LOG PEARSON III - 3 DÍAS											
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	Xi	log(Xi)	Ki	P (x >= xi)	F(Xi)	p(xi)	χ <sup>2</sup>
1	<80	2	0,0513	0,051	80	1,9031	-1,46195	0,877396	0,122604	0,122604	1,61810377
2	80-100	9	0,2308	0,282	100	2,0000	-0,75352	0,769957	0,230043	0,107439	5,52130499
3	100-120	7	0,1795	0,462	120	2,0792	-0,17469	0,56523	0,43477	0,204727	0,12135621
4	120-140	8	0,2051	0,667	140	2,1461	0,31470	0,390383	0,609617	0,174847	0,20452798
5	140-160	3	0,0769	0,744	160	2,2041	0,73863	0,238004	0,761996	0,152379	1,45722348
6	160-180	4	0,1026	0,846	180	2,2553	1,11257	0,137707	0,862293	0,100297	0,00199857
7	180-200	2	0,0513	0,897	200	2,3010	1,44706	0,077304	0,922696	0,060403	0,05371383
8	200-220	3	0,0769	0,974	220	2,3424	1,74965	0,038653	0,961347	0,038651	1,47797788
9	>220	1	0,0256	1,000					1	0,038653	0,17083144
		<b>39</b>									<b>10,63</b>

< 11,1

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 10,63 < \chi^2_{tabulado} = 11,1$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO APLICADO A GIBRAT-GALTON - 3 DÍAS										
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	z	X-Xo	P(x≥xi)	F(xi)	P(xi)	χ <sup>2</sup>
1	< 80	2	0,0513	0,0513	-0,38	80	0,925	0,075	0,075	0,29
2	80 - 95	6	0,1538	0,205	-0,27	95	0,78	0,22	0,145	0,02
3	95 - 110	6	0,1538	0,359	-0,17	110	0,63	0,37	0,15	0,00
4	110 -125	5	0,1282	0,487	-0,06	125	0,55	0,45	0,08	1,13
5	125 - 140	7	0,1795	0,667	0,05	140	0,35	0,65	0,2	0,08
6	140 - 155	2	0,0513	0,718	0,16	155	0,28	0,72	0,07	0,20
7	155-170	4	0,1026	0,821	0,26	170	0,18	0,82	0,1	0,00
8	170-185	2	0,0513	0,872	0,37	185	0,15	0,85	0,03	0,59
9	185-200	1	0,0256	0,897	0,48	200	0,12	0,88	0,03	0,02
10	200-215	2	0,0513	0,949	0,59	215	0,09	0,91	0,03	0,59
11	215-230	1	0,0256	0,974	0,69	230	0,025	0,975	0,065	0,93
12	>230	1	0,0256	1,000	-	-	-	1	0,025	0,00
	TOTAL	<b>39</b>	<b>1,0000</b>						TOTAL	<b>3,86</b>

< 16,9

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 3,86 < \chi^2_{tabulado} = 16,9$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

### A.6.5- Test de Chi Cuadrado aplicado a los distintos métodos – 5 días.

CHI CUADRADO APLICADO A GUMBEL - 5 DÍAS									
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	Yi	F(xi)	p(xi)	n[fs(xi) - p(xi)] <sup>2</sup>	χ <sup>2</sup>
1	<80	1	0,0256	0,026	-1,481	0,012	0,012	0,0069	0,5630
2	80-120	7	0,1795	0,205	-0,481	0,198	0,186	0,0017	0,0090
3	120-160	14	0,3590	0,564	0,519	0,551	0,353	0,0013	0,0038
4	160-200	9	0,2308	0,795	1,519	0,803	0,252	0,0174	0,0690
5	200-240	4	0,1026	0,897	2,519	0,923	0,119	0,0108	0,0910
6	240-280	3	0,0769	0,974	3,519	0,971	0,048	0,0322	0,6683
7	>280	1	0,0256	1,000	-	1,000	0,029	0,0005	0,0169
		<b>39</b>					<b>1,000</b>		<b>1,42</b>

< 9,49

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 1,42 < \chi^2_{tabulado} = 9,49$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO APLICADO A LOG PEARSON III - 5 DÍAS											
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	Xi	log(Xi)	Ki	P (x >= xi)	F(Xi)	p(xi)	χ <sup>2</sup>
1	<80	1	0,0256	0,026	80	1,9031	-2,0467	0,949983	0,050017	0,050017	0,46330921
2	80-120	7	0,1795	0,205	120	2,0792	-0,7850	0,781092	0,218908	0,168891	0,02592727
3	120-160	14	0,3590	0,564	160	2,2041	0,1102	0,463889	0,536111	0,317203	0,21452827
4	160-200	9	0,2308	0,795	200	2,3010	0,8045	0,214327	0,785673	0,249562	0,05519093
5	200-240	4	0,1026	0,897	240	2,3802	1,3719	0,087214	0,912786	0,127113	0,18490073
6	240-280	3	0,0769	0,974	280	2,4472	1,8515	0,031674	0,968326	0,05554	0,32106956
7	>280	1	0,0256	1,000					1	0,031674	0,04481513
		<b>39</b>									<b>1,31</b>

< 7,81

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 1,31 < \chi^2_{tabulado} = 7,81$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

CHI CUADRADO APLICADO A GIBRAT-GALTON - 5 DÍAS										
Intervalo	Rango	ni	fs(xi)	Fs(xi)	z	X-Xo	P(x≥xi)	F(xi)	P(xi)	χ <sup>2</sup>
1	< 80	1	0,0256	0,0256	-0,48	80	0,97	0,03	0,03	0,02
2	80 - 100	3	0,0769	0,103	-0,36	100	0,89	0,11	0,08	0,00
3	100-120	4	0,1026	0,205	-0,25	120	0,79	0,21	0,1	0,00
4	120-140	7	0,1795	0,385	-0,13	140	0,6	0,4	0,19	0,02
5	140-160	7	0,1795	0,564	-0,01	160	0,42	0,58	0,18	0,00
6	160-180	2	0,0513	0,615	0,10	180	0,385	0,615	0,035	0,30
7	180-200	7	0,1795	0,795	0,22	200	0,2	0,8	0,185	0,01
8	200-220	3	0,0769	0,872	0,34	220	0,15	0,85	0,05	0,57
9	220-240	1	0,0256	0,897	0,45	240	0,11	0,89	0,04	0,20
10	240-260	2	0,0513	0,949	0,57	260	0,08	0,92	0,03	0,59
11	260-280	1	0,0256	0,974	0,69	280	0,025	0,975	0,055	0,61
12	>280	1	0,0256	1,000	-	-	-	1	0,025	0,00
TOTAL		<b>39</b>		<b>1,0000</b>					<b>TOTAL</b>	<b>2,32</b>

< 16,9

Como resulta que  $\chi^2_{calculado} = 2,32 < \chi^2_{tabulado} = 16,9$  (anexo A.6.3) se dice que se acepta la hipótesis nula, es decir que la distribución de probabilidad propuesta se ajusta adecuadamente a la información de la serie hidrológica para el nivel de confianza adoptado.

**A.6.6 – Valores percentiles para la distribución  $\chi^2$  con diferentes grados de libertad (v) y para distintos niveles de confianza.**

v	99.5%	99.0%	97.5%	95.0%	90.0%	75.0%	50.0%	25.0%	10.0%	5.0%	2.5%	1.0%	0.5%
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	0.455	0.102	0.0158	0.0039	0.0010	0.0002	0.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	0.575	0.211	0.103	0.0506	0.0201	0.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	0.584	0.352	0.216	0.115	0.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	0.711	0.484	0.297	0.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	0.831	0.554	0.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	0.872	0.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	0.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.4	8.23	7.01	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.03
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89
25	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5
26	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2
27	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8
28	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.9	15.3	13.6	12.5
29	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	45.6	39.3	33.7	29.1	26.5	24.4	22.2	20.7
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.2	56.3	49.3	42.9	37.7	34.8	32.4	29.7	28.0
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3	46.5	43.2	40.5	37.5	35.5
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.3	51.7	48.8	45.4	43.3
80	116.3	112.3	106.6	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1	64.3	60.4	57.2	53.5	51.2
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	98.6	89.3	80.6	73.3	69.1	65.6	61.8	59.2
100	140.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	90.1	82.4	77.9	74.2	70.1	67.3

Fuente: Guía de trabajo práctico N°5 – Aplicación de elementos de estadística en hidrología – Cátedra de Hidrología (UNNE).

### A.6.7 – Método de Gumbel para precipitación máxima anual de 1 día de duración.

MÉTODO DE GUMBEL - 1 DÍA

N° de Orden m	Precipitación [mm]	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	Variable Reducida $y = \alpha (X_i - X_0)$	Probabilidad $P(x) = 1 - e^{-e^{-y}}$	Tiempo Recurrencia $TR = 1/P(x)$
1	150,8	4765,14	4,719	0,009	111,11
2	128,4	2174,36	3,375	0,034	29,41
3	115,4	1130,98	2,595	0,072	13,89
4	105,3	553,66	1,989	0,128	7,81
5	104,7	525,78	1,953	0,132	7,58
6	102,6	433,89	1,827	0,149	6,71
7	101,6	393,23	1,767	0,157	6,37
8	95,4	185,78	1,395	0,220	4,55
9	94,5	162,05	1,341	0,230	4,35
10	94,3	157	1,329	0,233	4,29
11	92	104,65	1,191	0,262	3,82
12	91,8	100,6	1,179	0,265	3,77
13	88,4	43,96	0,975	0,314	3,18
14	87,9	37,58	0,945	0,322	3,11
15	85,2	11,76	0,783	0,367	2,72
16	84,7	8,58	0,753	0,376	2,66
17	83,3	2,34	0,669	0,401	2,49
18	82,6	0,69	0,627	0,414	2,42
19	81,2	0,32	0,543	0,441	2,27
20	79,2	6,6	0,423	0,481	2,08
21	77,6	17,39	0,327	0,514	1,95
22	76,1	32,15	0,237	0,546	1,83
23	76	33,29	0,231	0,548	1,82
24	75,7	36,84	0,213	0,554	1,81
25	75,7	36,84	0,213	0,554	1,81
26	71,9	97,42	-0,015	0,638	1,57
27	69,3	155,5	-0,171	0,695	1,44
28	66,1	245,55	-0,363	0,763	1,31
29	65,7	258,24	-0,387	0,771	1,30
30	64,8	287,98	-0,441	0,789	1,27
31	64,6	294,81	-0,453	0,793	1,26
32	63,6	330,15	-0,513	0,812	1,23
33	63	352,31	-0,549	0,823	1,22
34	60,7	443,94	-0,687	0,863	1,16
35	59,1	513,93	-0,783	0,888	1,13
36	57,5	589,03	-0,879	0,910	1,10
37	55,7	679,64	-0,987	0,932	1,07
38	54,6	738,21	-1,053	0,943	1,06
39	42,2	1565,78	-1,797	0,998	1,00

$$\Sigma = \begin{array}{|c|c|} \hline 3189,2 & 17507,95 \\ \hline \end{array}$$

Media:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = 81,77$

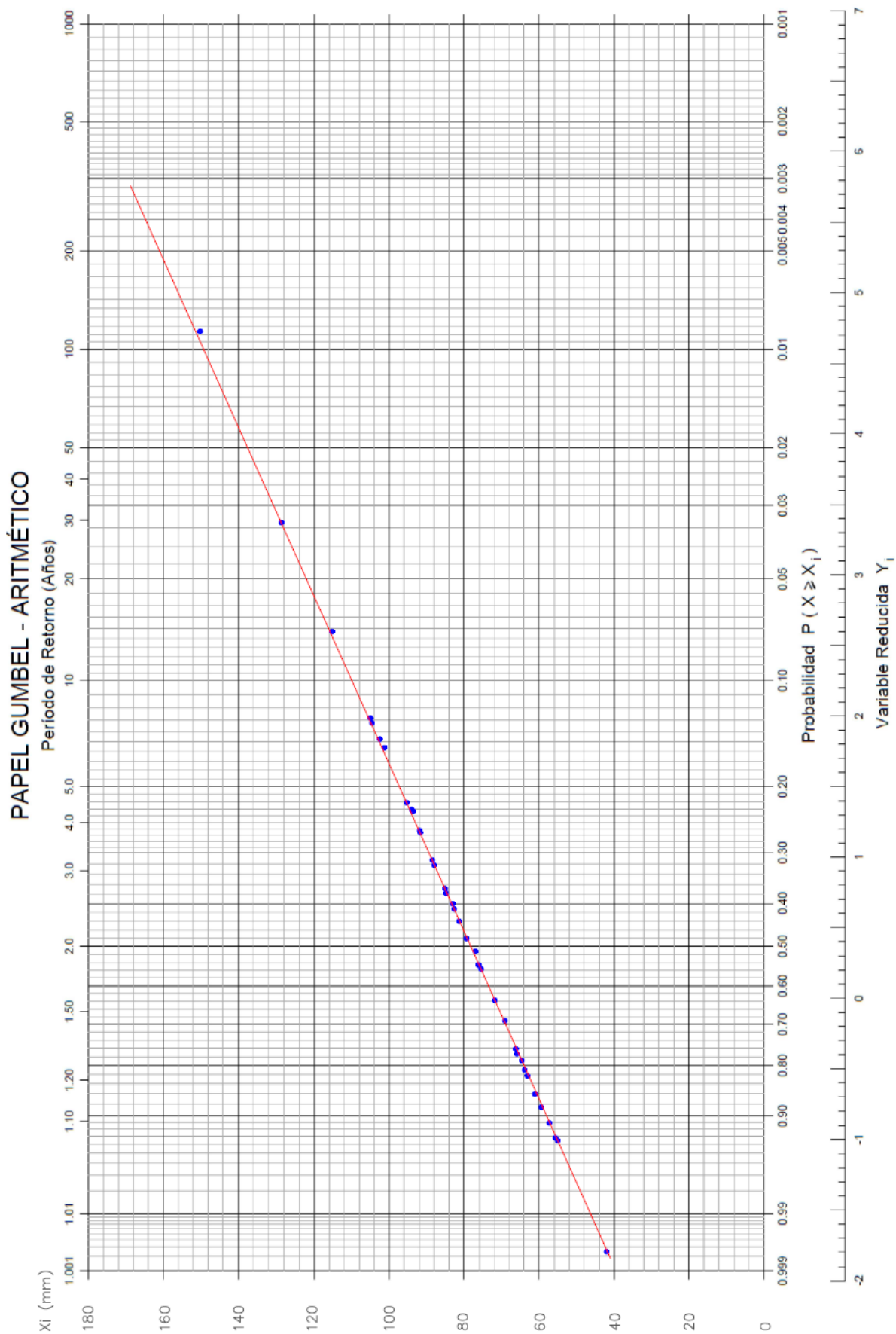
Desvío:  $s = \left[ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} = 21,46$

#### Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0.78 \cdot \sigma} = 0,06$$

$$x_0 = \bar{x} - \frac{0.5772}{\alpha} = 72,15$$

**A.6.8 - Representación gráfica de los valores de Gumbel – 1 día.**



### A.6.9 - Método de Log-Pearson III para precipitación máxima anual de 1 día de duración.

MÉTODO DE LOG-PEARSON III - 1 DÍA

N° de Orden m	Precipitación [mm]	log (xi)	[log(xi) - X̄log(x)] <sup>2</sup>	[log(xi) - X̄log(x)] <sup>3</sup>	Ki	P(xi) [%]	P(xi)	TR [años]
1	150,8	2,178401	0,078176	0,021858	2,531018	0,553	0,006	180,83
2	128,4	2,108565	0,044001	0,009230	1,898840	3,293	0,033	30,37
3	115,4	2,062206	0,026701	0,004363	1,479184	7,722	0,077	12,95
4	105,3	2,022428	0,015283	0,001889	1,119101	13,792	0,138	7,25
5	104,7	2,019947	0,014676	0,001778	1,096642	14,284	0,143	7,00
6	102,6	2,011147	0,012621	0,001418	1,016982	16,031	0,160	6,24
7	101,6	2,006894	0,011684	0,001263	0,978483	16,875	0,169	5,93
8	95,4	1,979548	0,006520	0,000526	0,730938	23,659	0,237	4,23
9	94,5	1,975432	0,005872	0,000450	0,693679	25,005	0,250	4,00
10	94,3	1,974512	0,005732	0,000434	0,685351	25,298	0,253	3,95
11	92	1,963788	0,004223	0,000274	0,588274	28,713	0,287	3,48
12	91,8	1,962843	0,004101	0,000263	0,579719	29,013	0,290	3,45
13	88,4	1,946452	0,002271	0,000108	0,431343	34,232	0,342	2,92
14	87,9	1,943989	0,002042	0,000092	0,409047	35,016	0,350	2,86
15	85,2	1,930440	0,001001	0,000032	0,286397	39,330	0,393	2,54
16	84,7	1,927883	0,000846	0,000025	0,263250	40,144	0,401	2,49
17	83,3	1,920645	0,000477	0,000010	0,197730	42,448	0,424	2,36
18	82,6	1,916980	0,000330	0,000006	0,164553	43,615	0,436	2,29
19	81,2	1,909556	0,000116	0,000001	0,097349	45,978	0,460	2,17
20	79,2	1,898725	0,000000	0,000000	-0,000697	49,427	0,494	2,02
21	77,6	1,889862	0,000080	-0,000001	-0,080928	52,313	0,523	1,91
22	76,1	1,881385	0,000303	-0,000005	-0,157664	55,090	0,551	1,82
23	76	1,880814	0,000324	-0,000006	-0,162833	55,277	0,553	1,81
24	75,7	1,879096	0,000388	-0,000008	-0,178385	55,840	0,558	1,79
25	75,7	1,879096	0,000388	-0,000008	-0,178385	55,840	0,558	1,79
26	71,9	1,856729	0,001770	-0,000074	-0,380858	63,167	0,632	1,58
27	69,3	1,840733	0,003372	-0,000196	-0,525659	68,407	0,684	1,46
28	66,1	1,820201	0,006178	-0,000486	-0,711521	75,133	0,751	1,33
29	65,7	1,817565	0,006599	-0,000536	-0,735383	75,997	0,760	1,32
30	64,8	1,811575	0,007609	-0,000664	-0,789606	77,959	0,780	1,28
31	64,6	1,810233	0,007844	-0,000695	-0,801754	78,339	0,783	1,28
32	63,6	1,803457	0,009091	-0,000867	-0,863093	80,231	0,802	1,25
33	63	1,799341	0,009892	-0,000984	-0,900352	80,735	0,807	1,24
34	60,7	1,783189	0,013366	-0,001545	-1,046565	82,712	0,827	1,21
35	59,1	1,771587	0,016184	-0,002059	-1,151590	84,133	0,841	1,19
36	57,5	1,759668	0,019358	-0,002693	-1,259485	85,592	0,856	1,17
37	55,7	1,745855	0,023393	-0,003578	-1,384524	87,283	0,873	1,15
38	54,6	1,737193	0,026117	-0,004221	-1,462935	88,343	0,883	1,13
39	42,2	1,625312	0,074797	-0,020456	-2,475717	98,306	0,983	1,02

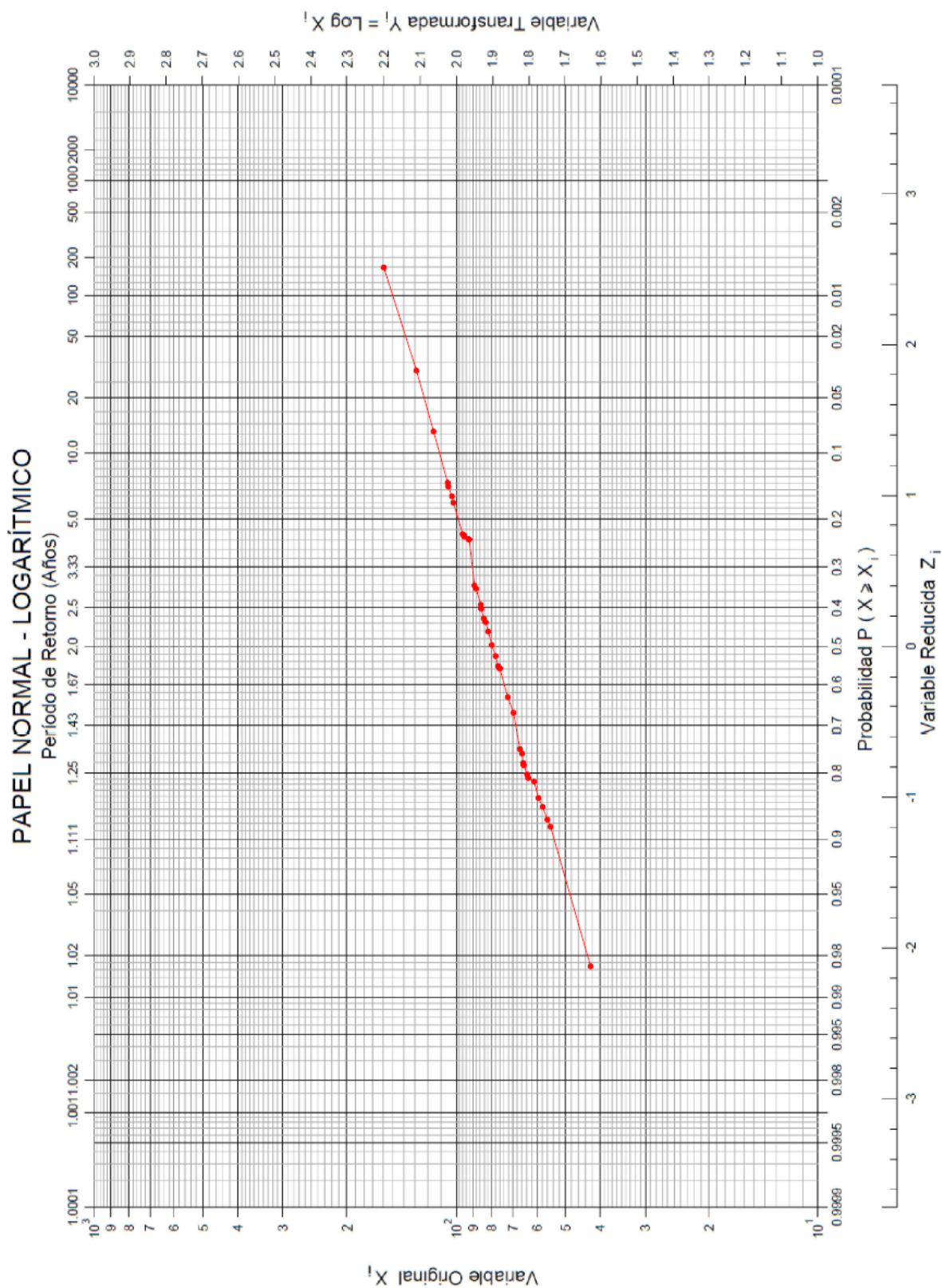
n = 39      Σ = 74,053272      0,463726      0,004938

Media aritmética:  $\bar{x}_{\log(x)} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \log(x_i) = 1,898802$

Desvío estándar:  $\sigma_{\log(x)} = \left[ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\log(x_i) - \bar{x}_{\log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,116469$

Coficiente de asimetría:  $g = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log(x_i) - \bar{x}_{\log(x)})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (\sigma_{\log(x)})^3} = 0,101604$

**A.6.10 - Representación gráfica de los valores de Log-Pearson III – 1 día.**



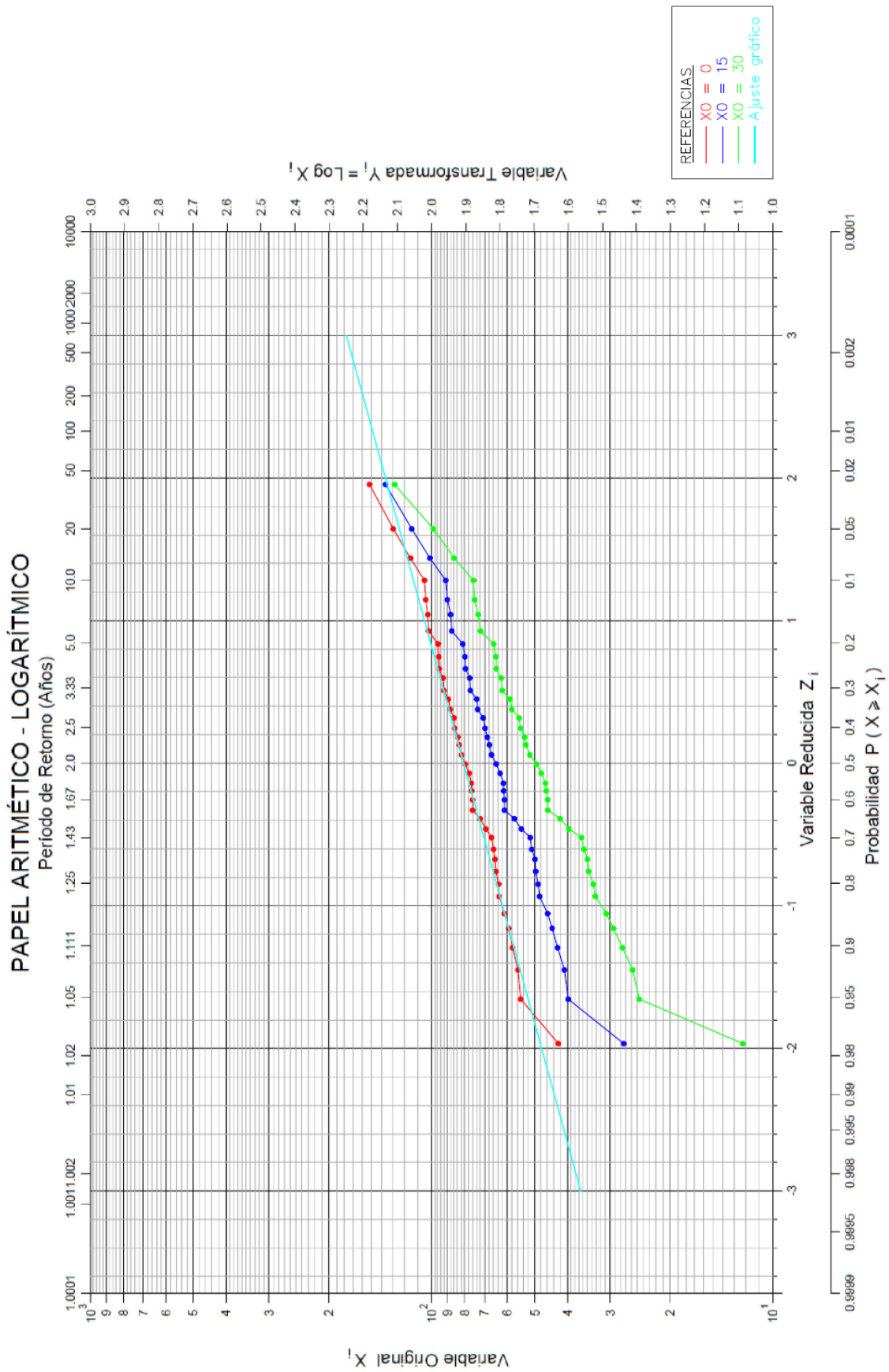
### A.6.11 - Método de Gibrat-Galtón para precipitación máxima anual de 1 día de duración.

**MÉTODO DE GIBRAT GALTON - 1 DÍA**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. $\frac{m}{n+1}$	Frec. Acum. $= 1 - f$	Variab. Tipif. Zi	Xi - Xo			Frec. Acum. $F^* = 1 - F$	Variab. Tipif. de gráfica Zi	P(xi) =	P(xi) [%]	TR = 1 [años]
					Xo1 =	Xo2 =	Xo3 =					
1	150,8	0,025	0,9750	1,96	0	15	30	0,9920	2,41	0,0080	0,80	125,00
2	128,4	0,050	0,9500	1,65	128,4	113,4	98,4	0,9641	1,80	0,0359	3,59	27,86
3	115,4	0,075	0,9250	1,44	115,4	100,4	85,4	0,9147	1,37	0,0853	8,53	11,72
4	105,3	0,100	0,9000	1,28	105,3	90,3	75,3	0,8438	1,01	0,1562	15,62	6,40
5	104,7	0,125	0,8750	1,15	104,7	89,7	74,7	0,8340	0,97	0,1660	16,60	6,02
6	102,6	0,150	0,8500	1,04	102,6	87,6	72,6	0,8212	0,92	0,1788	17,88	5,59
7	101,6	0,175	0,8250	0,93	101,6	86,6	71,6	0,8159	0,90	0,1841	18,41	5,43
8	95,4	0,200	0,8000	0,84	95,4	80,4	65,4	0,7422	0,65	0,2578	25,78	3,88
9	94,5	0,225	0,7750	0,76	94,5	79,5	64,5	0,7357	0,63	0,2643	26,43	3,78
10	94,3	0,250	0,7500	0,67	94,3	79,3	64,3	0,7324	0,62	0,2676	26,76	3,74
11	92	0,275	0,7250	0,60	92	77	62	0,6985	0,52	0,3015	30,15	3,32
12	88,4	0,300	0,7000	0,52	88,4	76,8	61,8	0,6915	0,50	0,3085	30,85	3,24
13	87,9	0,325	0,6750	0,45	87,9	73,4	58,4	0,6517	0,39	0,3483	34,83	2,87
14	85,2	0,350	0,6500	0,39	85,2	72,9	57,9	0,6368	0,35	0,3632	36,32	2,75
15	85,2	0,375	0,6250	0,32	85,2	70,2	55,2	0,5948	0,24	0,4052	40,52	2,47
16	84,7	0,400	0,6000	0,25	84,7	69,7	54,7	0,5871	0,22	0,4129	41,29	2,42
17	83,3	0,425	0,5750	0,19	83,3	68,3	53,3	0,5596	0,15	0,4404	44,04	2,27
18	82,6	0,450	0,5500	0,13	82,6	67,6	52,6	0,5478	0,12	0,4522	45,22	2,21
19	81,2	0,475	0,5250	0,06	81,2	66,2	51,2	0,5199	0,05	0,4801	48,01	2,08
20	79,2	0,500	0,5000	0,00	79,2	64,2	49,2	0,4840	-0,04	0,5160	51,60	1,94
21	77,6	0,525	0,4750	-0,06	77,6	62,6	47,6	0,4404	-0,15	0,5596	55,96	1,79
22	76,1	0,550	0,4500	-0,13	76,1	61,1	46,1	0,4207	-0,20	0,5793	57,93	1,73
23	76	0,575	0,4250	-0,19	76	61	46	0,4168	-0,21	0,5832	58,32	1,71
24	75,7	0,600	0,4000	-0,25	75,7	60,7	45,7	0,4052	-0,24	0,5948	59,48	1,68
25	75,7	0,625	0,3750	-0,32	75,7	60,7	45,7	0,4052	-0,24	0,5948	59,48	1,68
26	71,9	0,650	0,3500	-0,39	71,9	56,9	41,9	0,3409	-0,42	0,6591	65,91	1,52
27	69,3	0,675	0,3250	-0,45	69,3	54,3	39,3	0,2843	-0,57	0,7157	71,57	1,40
28	66,1	0,700	0,3000	-0,52	66,1	51,1	36,1	0,2389	-0,71	0,7611	76,11	1,31
29	65,7	0,725	0,2750	-0,60	65,7	50,7	35,7	0,2206	-0,77	0,7794	77,94	1,28
30	64,8	0,750	0,2500	-0,67	64,8	49,8	34,8	0,2119	-0,80	0,7881	78,81	1,27
31	64,6	0,775	0,2250	-0,76	64,6	49,6	34,6	0,2061	-0,82	0,7939	79,39	1,26
32	63,6	0,800	0,2000	-0,84	63,6	48,6	33,6	0,1867	-0,89	0,8133	81,33	1,23
33	63	0,825	0,1750	-0,93	63	48	33	0,1841	-0,91	0,8159	81,59	1,23
34	60,7	0,850	0,1500	-1,04	60,7	45,7	30,7	0,1492	-1,04	0,8508	85,08	1,18
35	59,1	0,875	0,1250	-1,15	59,1	44,1	29,1	0,1230	-1,16	0,8770	87,70	1,14
36	57,5	0,900	0,1000	-1,28	57,5	42,5	27,5	0,1056	-1,25	0,8944	89,44	1,12
37	55,7	0,925	0,0750	-1,44	55,7	40,7	25,7	0,0808	-1,40	0,9192	91,92	1,09
38	54,6	0,950	0,0500	-1,65	54,6	39,6	24,6	0,0721	-1,46	0,9279	92,79	1,08
39	42,2	0,975	0,0250	-1,96	42,2	27,2	12,2	0,0078	-2,42	0,9922	99,22	1,01

n = 39

**A.6.12 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galtón – 1 día.**



### A.6.13 - Método de Gumbel para precipitación máxima anual de 3 días de duración.

MÉTODO DE GUMBEL - 3 DÍAS

N° de Orden m	Precipitación [mm]	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	Variable Reducida $y = \alpha (X_i - X_0)$	Probabilidad $P(x) = 1 - e^{-e^{-x}}$	Tiempo Recurrencia $TR = 1/P(x)$
1	239,9	11401,97	3,781	0,023	43,48
2	219,6	7478,79	3,172	0,041	24,39
3	208,9	5742,61	2,851	0,056	17,86
4	208	5607,01	2,824	0,058	17,24
5	195,8	3928,78	2,458	0,082	12,20
6	183,2	2508,01	2,080	0,117	8,55
7	170	1360,13	1,684	0,169	5,92
8	165,9	1074,53	1,561	0,189	5,29
9	164,8	1003,62	1,528	0,195	5,13
10	164,3	972,19	1,513	0,198	5,05
11	155,1	483,12	1,237	0,252	3,97
12	154,2	444,37	1,210	0,258	3,88
13	152,1	360,24	1,147	0,272	3,68
14	139,6	41,99	0,772	0,370	2,70
15	139,4	39,44	0,766	0,372	2,69
16	138,4	27,88	0,736	0,381	2,62
17	136,1	8,88	0,667	0,401	2,49
18	135	3,53	0,634	0,412	2,43
19	130,9	4,93	0,511	0,451	2,22
20	129,8	11,02	0,478	0,462	2,16
21	122,5	112,78	0,259	0,538	1,86
22	119,1	196,56	0,157	0,575	1,74
23	116	293,09	0,064	0,609	1,64
24	110,3	520,75	-0,107	0,671	1,49
25	110,3	520,75	-0,107	0,671	1,49
26	109,8	543,82	-0,122	0,677	1,48
27	105,5	762,86	-0,251	0,723	1,38
28	105,3	773,95	-0,257	0,726	1,38
29	99,6	1123,59	-0,428	0,784	1,28
30	98,2	1219,41	-0,470	0,798	1,25
31	96,3	1355,71	-0,527	0,816	1,23
32	92,1	1682,64	-0,653	0,854	1,17
33	90,2	1842,13	-0,710	0,869	1,15
34	87,7	2062,98	-0,785	0,888	1,13
35	84	2412,77	-0,896	0,914	1,09
36	83,2	2492,01	-0,920	0,919	1,09
37	80,7	2747,86	-0,995	0,933	1,07
38	77,7	3071,38	-1,085	0,948	1,05
39	72,3	3699,07	-1,247	0,969	1,03

$$\Sigma = \begin{array}{|c|c|} \hline 5191,8 & 69937,15 \\ \hline \end{array}$$

Media:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = 133,12$

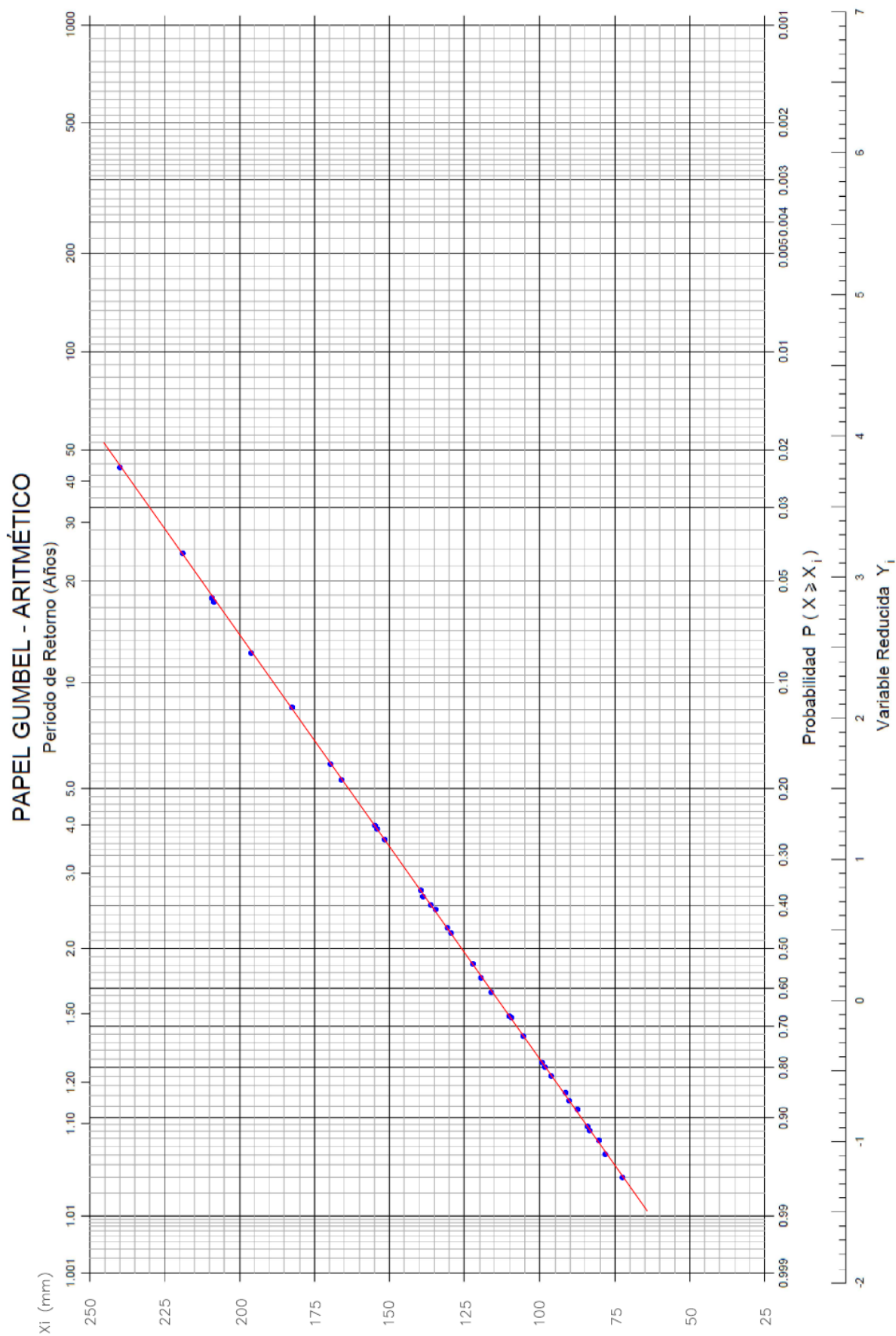
Desvío:  $s = \left[ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} = 42,90$

#### Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0,78 \cdot \sigma} = 0,03$$

$$x_0 = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} = 113,88$$

**A.6.14 - Representación gráfica de los valores de Gumbel – 3 días.**



### A.6.15 - Método de Log-Pearson III para precipitación máx. anual de 3 días de duración.

MÉTODO DE LOG-PEARSON III - 3 DÍAS

N° de Orden m	Precipitación [mm]	log (x)	[log(xi) - X̄log(x)]²	[log(xi) - X̄log(x)]³	Ki	P(xi) [%]	P(xi)	TR [años]
1	239,9	2,380030	0,076702	0,021243	2,024577	2,681	0,027	37,30
2	219,6	2,341632	0,056908	0,013576	1,743880	4,722	0,047	21,18
3	208,9	2,319938	0,047028	0,010199	1,585292	6,591	0,066	15,17
4	208	2,318063	0,046219	0,009936	1,571585	6,757	0,068	14,80
5	195,8	2,291813	0,035621	0,006723	1,379692	9,023	0,090	11,08
6	183,2	2,262925	0,025551	0,004084	1,168515	12,763	0,128	7,84
7	170	2,230449	0,016223	0,002066	0,931109	17,869	0,179	5,60
8	165,9	2,219846	0,013635	0,001592	0,853598	19,536	0,195	5,12
9	164,8	2,216957	0,012968	0,001477	0,832479	19,990	0,200	5,00
10	164,3	2,215638	0,012670	0,001426	0,822837	19,983	0,200	5,00
11	155,1	2,190612	0,007662	0,000671	0,639892	26,717	0,267	3,74
12	154,2	2,188084	0,007226	0,000614	0,621412	27,363	0,274	3,65
13	152,1	2,182129	0,006249	0,000494	0,577879	28,885	0,289	3,46
14	139,6	2,144885	0,001748	0,000073	0,305618	38,405	0,384	2,60
15	139,4	2,144263	0,001696	0,000070	0,301071	38,564	0,386	2,59
16	138,4	2,141136	0,001448	0,000055	0,278212	39,363	0,394	2,54
17	136,1	2,133858	0,000947	0,000029	0,225008	41,223	0,412	2,43
18	135	2,130334	0,000743	0,000020	0,199247	42,124	0,421	2,37
19	130,9	2,116940	0,000192	0,000003	0,101334	45,548	0,455	2,20
20	129,8	2,113275	0,000104	0,000001	0,074542	46,485	0,465	2,15
21	122,5	2,088136	0,000223	-0,000003	-0,109229	53,038	0,530	1,89
22	119,1	2,075912	0,000738	-0,000020	-0,198589	56,299	0,563	1,78
23	116	2,064458	0,001492	-0,000058	-0,282320	59,355	0,594	1,68
24	110,3	2,042576	0,003660	-0,000221	-0,442282	65,193	0,652	1,53
25	110,3	2,042576	0,003660	-0,000221	-0,442282	65,193	0,652	1,53
26	109,8	2,040602	0,003903	-0,000244	-0,456713	65,719	0,657	1,52
27	105,5	2,023252	0,006372	-0,000509	-0,583545	70,348	0,703	1,42
28	105,3	2,022428	0,006504	-0,000525	-0,589568	70,568	0,706	1,42
29	99,6	1,998259	0,010987	-0,001152	-0,766249	77,016	0,770	1,30
30	98,2	1,992111	0,012314	-0,001366	-0,811192	78,657	0,787	1,27
31	96,3	1,983626	0,014269	-0,001704	-0,873219	80,353	0,804	1,24
32	92,1	1,964260	0,019270	-0,002675	-1,014789	82,332	0,823	1,21
33	90,2	1,955207	0,021866	-0,003233	-1,080968	83,257	0,833	1,20
34	87,7	1,943000	0,025625	-0,004102	-1,170204	84,505	0,845	1,18
35	84	1,924279	0,031969	-0,005716	-1,307058	86,418	0,864	1,16
36	83,2	1,920123	0,033473	-0,006124	-1,337439	86,843	0,868	1,15
37	80,7	1,906874	0,038496	-0,007553	-1,434292	88,197	0,882	1,13
38	77,7	1,890421	0,045223	-0,009617	-1,554567	89,878	0,899	1,11
39	72,3	1,859138	0,059507	-0,014516	-1,783252	93,076	0,931	1,07

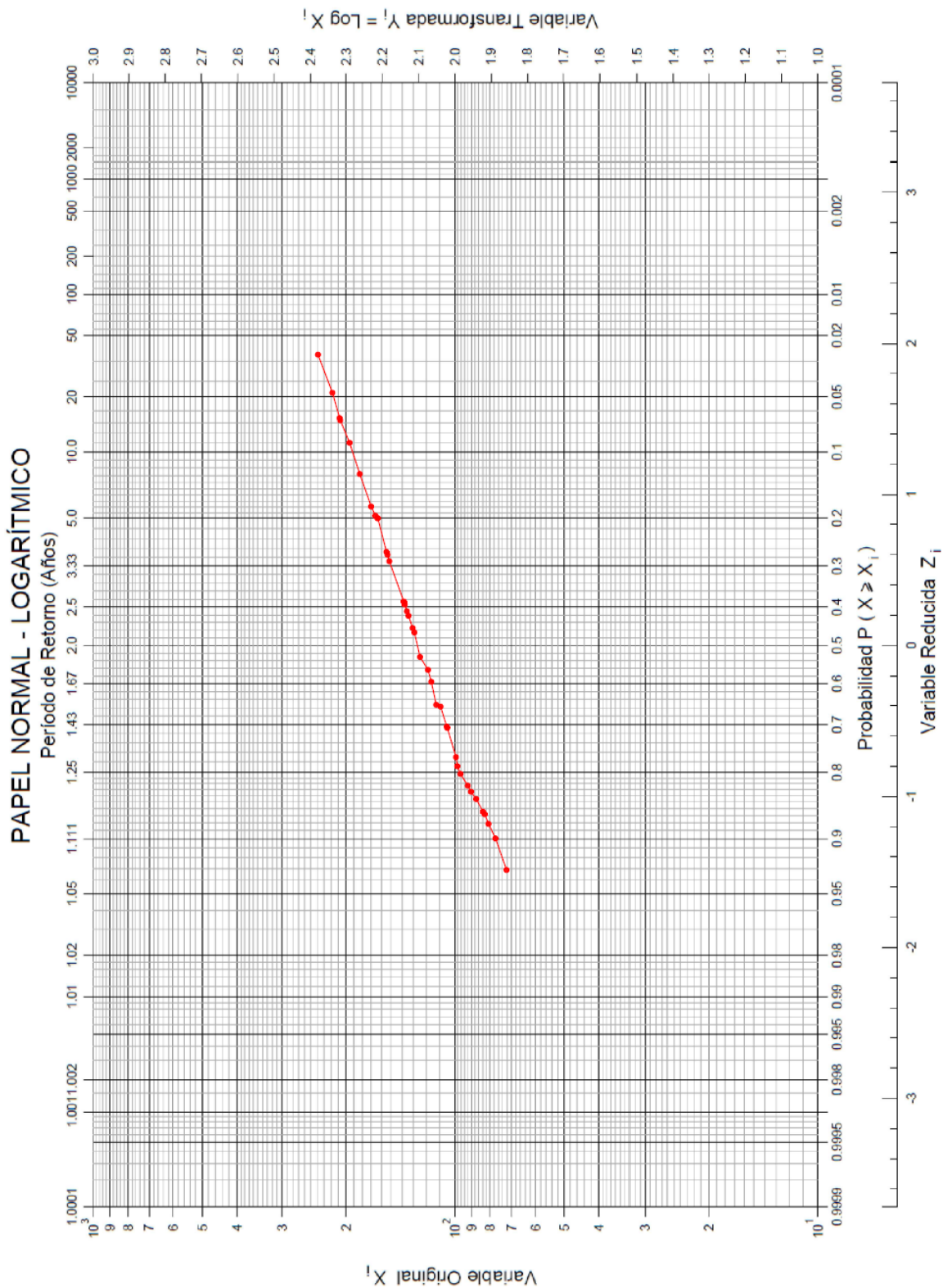
n = 39      Σ = 82,020045      0,711091      0,014793

Media aritmética: 
$$\bar{x}_{\log(x)} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \log(x_i) = 2,103078$$

Desvío estándar: 
$$\sigma_{\log(x)} = \left[ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\log(x_i) - \bar{x}_{\log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,136795$$

Coficiente de asimetría: 
$$g = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log(x_i) - \bar{x}_{\log(x)})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (\sigma_{\log(x)})^3} = 0,160297$$

**A.6.16 - Representación gráfica de los valores de Log-Pearson III – 3 días.**



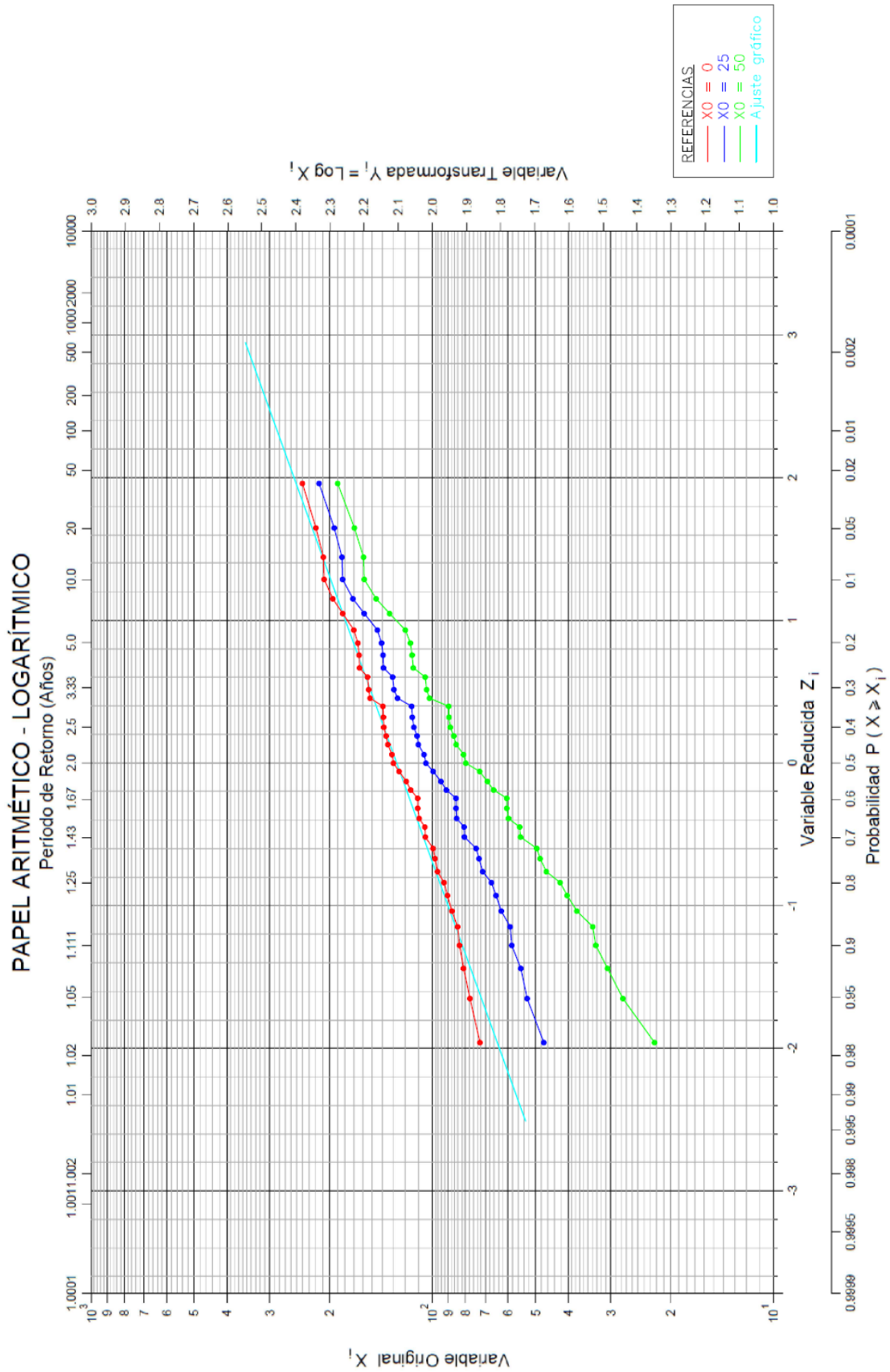
**A.6.17 - Método de Gibrat-Galtón para precipitación máxima anual de 3 días de duración.**

**MÉTODO DE GIBRAT GALTÓN - 3 DÍAS**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. $= \frac{m}{n+1}$	Frec. Acum. $= 1 - f$	Variab. Tipif. Zi	Xi - Xo			Variab. Tipif. Zi	Frec. Acum. $= 1 - F$	P(xt) =	o	ili	P(xt) [%]	TR = 1 [años]
					Xo1 = 0	Xo2 = 25	Xo3 = 50							
1	239,9	0,025	0,9750	1,96	239,9	214,9	189,9	1,83	0,9664	0,0336	3,36	3,36	29,76	
2	219,6	0,050	0,9500	1,65	219,6	194,6	169,6	1,57	0,9418	0,0582	5,82	5,82	17,18	
3	208,9	0,075	0,9250	1,44	208,9	183,9	158,9	1,43	0,9236	0,0764	7,64	7,64	13,09	
4	208	0,100	0,9000	1,28	208	183	158	1,41	0,9207	0,0793	7,93	7,93	12,61	
5	195,8	0,125	0,8750	1,15	195,8	170,8	145,8	1,24	0,8925	0,1075	10,75	10,75	9,30	
6	183,2	0,150	0,8500	1,04	183,2	158,2	133,2	1,05	0,8531	0,1469	14,69	14,69	6,81	
7	170	0,175	0,8250	0,93	170	145	120	0,83	0,7967	0,2033	20,33	20,33	4,92	
8	165,9	0,200	0,8000	0,84	165,9	140,9	115,9	0,75	0,7734	0,2266	22,66	22,66	4,41	
9	164,8	0,225	0,7750	0,76	164,8	139,8	114,8	0,73	0,7673	0,2327	23,27	23,27	4,30	
10	164,3	0,250	0,7500	0,67	164,3	139,3	114,3	0,72	0,7642	0,2358	23,58	23,58	4,24	
11	155,1	0,275	0,7250	0,60	155,1	130,1	105,1	0,57	0,7157	0,2843	28,43	28,43	3,52	
12	154,2	0,300	0,7000	0,52	154,2	129,2	104,2	0,54	0,7054	0,2946	29,46	29,46	3,39	
13	152,1	0,325	0,6750	0,45	152,1	127,1	102,1	0,52	0,6985	0,3015	30,15	30,15	3,32	
14	139,6	0,350	0,6500	0,39	139,6	114,6	89,6	0,26	0,6064	0,3936	39,36	39,36	2,54	
15	139,4	0,375	0,6250	0,32	139,4	114,4	89,4	0,26	0,6026	0,3974	39,74	39,74	2,52	
16	138,4	0,400	0,6000	0,25	138,4	113,4	88,4	0,21	0,5987	0,4013	40,13	40,13	2,49	
17	136,1	0,425	0,5750	0,19	136,1	111,1	86,1	0,21	0,5832	0,4168	41,68	41,68	2,40	
18	135	0,450	0,5500	0,13	135	110	85	0,17	0,5675	0,4325	43,25	43,25	2,31	
19	130,9	0,475	0,5250	0,06	130,9	105,9	80,9	0,09	0,5359	0,4641	46,41	46,41	2,15	
20	129,8	0,500	0,5000	0,00	129,8	104,8	79,8	0,06	0,5239	1,0000	100,00	100,00	1,00	
21	122,5	0,525	0,4750	-0,06	122,5	97,5	72,5	-0,05	0,4801	0,5199	51,99	51,99	1,92	
22	119,1	0,550	0,4500	-0,13	119,1	94,1	69,1	-0,19	0,4247	0,5753	57,53	57,53	1,74	
23	116	0,575	0,4250	-0,19	116	91	66	-0,28	0,3897	0,6103	61,03	61,03	1,64	
24	110,3	0,600	0,4000	-0,25	110,3	85,3	60,3	-0,41	0,3409	0,6591	65,91	65,91	1,52	
25	110,3	0,625	0,3750	-0,32	110,3	85,3	60,3	-0,41	0,3409	0,6591	65,91	65,91	1,52	
26	109,8	0,650	0,3500	-0,39	109,8	84,8	59,8	-0,44	0,3300	0,6700	67,00	67,00	1,49	
27	105,5	0,675	0,3250	-0,45	105,5	80,5	55,5	-0,55	0,2912	0,7088	70,88	70,88	1,41	
28	105,3	0,700	0,3000	-0,52	105,3	80,3	55,3	-0,56	0,2877	0,7123	71,23	71,23	1,40	
29	99,6	0,725	0,2750	-0,60	99,6	74,6	49,6	-0,71	0,2389	0,7611	76,11	76,11	1,31	
30	98,2	0,750	0,2500	-0,67	98,2	73,2	48,2	-0,75	0,2266	0,7734	77,34	77,34	1,29	
31	96,3	0,775	0,2250	-0,76	96,3	71,3	46,3	-0,79	0,2148	0,7852	78,52	78,52	1,27	
32	92,1	0,800	0,2000	-0,84	92,1	67,1	42,1	-0,92	0,1788	0,8212	82,12	82,12	1,22	
33	90,2	0,825	0,1750	-0,93	90,2	65,2	40,2	-0,99	0,1611	0,8389	83,89	83,89	1,19	
34	87,7	0,850	0,1500	-1,04	87,7	62,7	37,7	-1,08	0,1401	0,8599	85,99	85,99	1,16	
35	84	0,875	0,1250	-1,15	84	59	34	-1,19	0,1170	0,8830	88,30	88,30	1,13	
36	83,2	0,900	0,1000	-1,28	83,2	58,2	33,2	-1,22	0,1112	0,8888	88,88	88,88	1,13	
37	80,7	0,925	0,0750	-1,44	80,7	55,7	30,7	-1,30	0,0968	0,9032	90,32	90,32	1,11	
38	77,7	0,950	0,0500	-1,65	77,7	52,7	27,7	-1,43	0,0764	0,9236	92,36	92,36	1,08	
39	72,3	0,975	0,0250	-1,96	72,3	47,3	22,3	-1,62	0,0526	0,9474	94,74	94,74	1,06	

n = 39

**A.6.18 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galtón – 3 días.**



### A.6.19 - Método de Gumbel para precipitación máxima anual de 5 días de duración.

MÉTODO DE GUMBEL - 5 DÍAS

N° de Orden m	Precipitación [mm]	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	Variable Reducida $y = \alpha (X_i - X_0)$	Probabilidad $P(x) = 1 - e^{-e^{-y}}$	Tiempo Recurrencia $TR = 1/P(x)$
1	291,2	16607,48	3,799	0,022	45,45
2	269,1	11399,83	3,247	0,038	26,32
3	259,9	9519,9	3,017	0,048	20,83
4	250,2	7721,14	2,774	0,061	16,39
5	233,3	5036,74	2,352	0,091	10,99
6	217,2	3010,72	1,949	0,133	7,52
7	211,2	2388,28	1,799	0,152	6,58
8	203,4	1686,74	1,604	0,182	5,49
9	197,1	1208,95	1,447	0,210	4,76
10	191,7	862,6	1,312	0,236	4,24
11	188,1	664,09	1,222	0,255	3,92
12	184	469,59	1,119	0,279	3,58
13	183,8	460,96	1,114	0,280	3,57
14	183,4	443,94	1,104	0,282	3,55
15	182,3	398,8	1,077	0,289	3,46
16	177,9	242,42	0,967	0,316	3,16
17	166,6	18,23	0,684	0,396	2,53
18	149,7	159,52	0,262	0,537	1,86
19	148	205,35	0,219	0,552	1,81
20	147,9	208,22	0,217	0,553	1,81
21	147,2	228,92	0,199	0,559	1,79
22	145	300,33	0,144	0,579	1,73
23	144,1	332,33	0,122	0,587	1,70
24	141,2	446,48	0,049	0,614	1,63
25	139,3	530,38	0,002	0,631	1,58
26	134,6	768,95	-0,116	0,675	1,48
27	134,4	780,08	-0,121	0,677	1,48
28	133,6	825,41	-0,141	0,684	1,46
29	133,6	825,41	-0,141	0,684	1,46
30	123,6	1500,01	-0,391	0,772	1,30
31	122,4	1594,4	-0,421	0,782	1,28
32	119,2	1860,2	-0,501	0,808	1,24
33	111,9	2543,18	-0,684	0,862	1,16
34	105,9	3184,34	-0,834	0,900	1,11
35	102,5	3579,63	-0,919	0,918	1,09
36	98,7	4048,78	-1,014	0,936	1,07
37	94,3	4628,08	-1,124	0,954	1,05
38	85,4	5918,22	-1,346	0,979	1,02
39	78	7111,55	-1,531	0,990	1,01

$$\Sigma = \begin{array}{|c|c|} \hline 6330,9 & 103720,18 \\ \hline \end{array}$$

Media:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = 162,33$

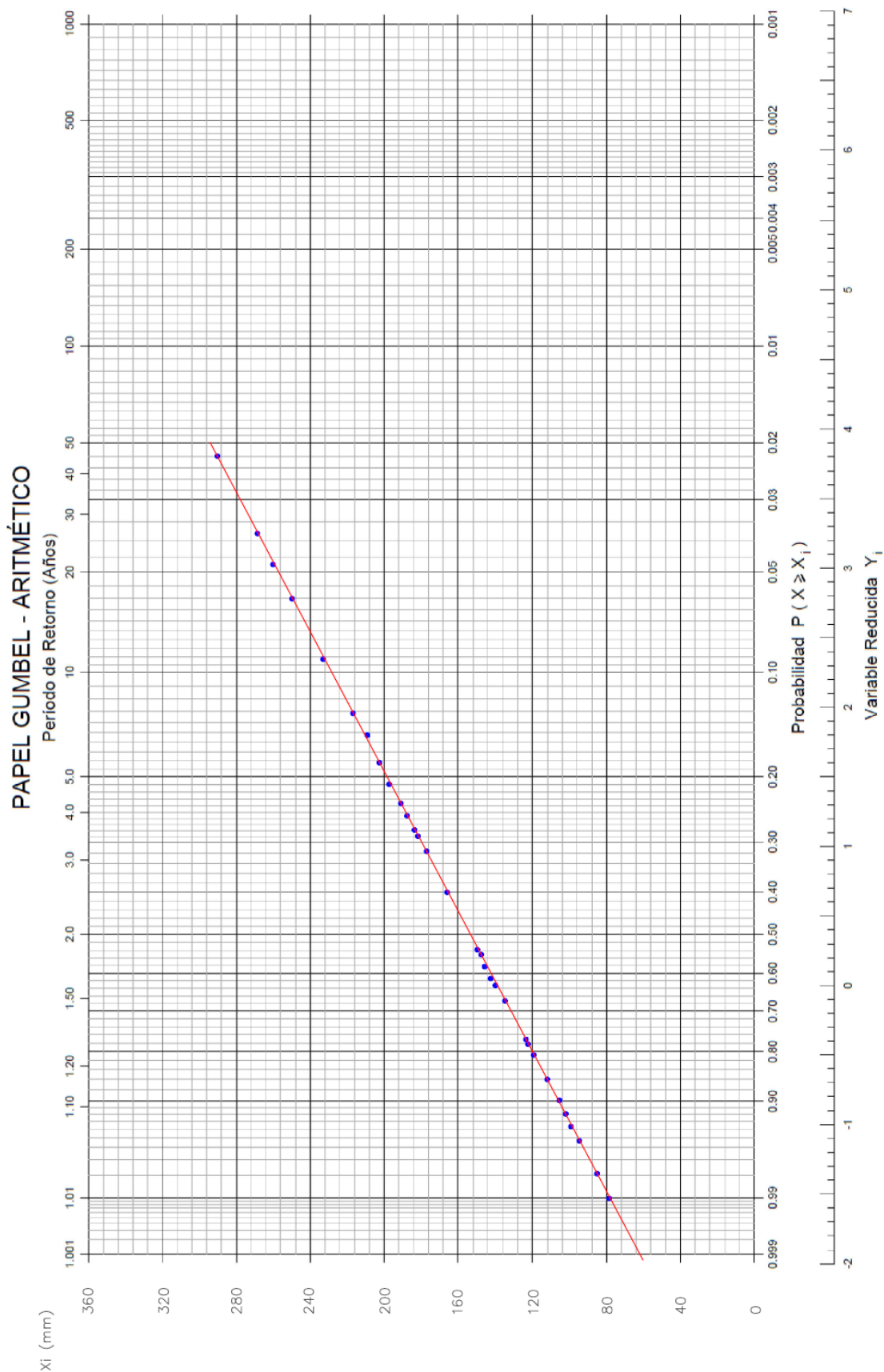
Desvío:  $s = \left[ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} = 52,24$

#### Parámetros del método

$$\alpha = \frac{1}{0,78 \cdot \sigma} = 0,025$$

$$x_0 = \bar{x} - \frac{0,5772}{\alpha} = 139,24$$

**A.6.20 - Representación gráfica de los valores de Gumbel – 5 días.**



**A.6.21 - Método de Log-Pearson III para precipitación máx. anual de 5 días de duración.**

**MÉTODO DE LOG-PEARSON III - 5 DÍAS**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	log (xi)	[log(xi) - X̄log(x)] <sup>2</sup>	[log(xi) - X̄log(x)] <sup>3</sup>	Ki	P(xi) [%]	P(xi)	TR [años]
1	291,2	2,464191	0,075870	0,020898	1,973590	2,531	0,025	39,51
2	269,1	2,429914	0,058162	0,014027	1,727992	4,294	0,043	23,29
3	259,9	2,414806	0,051104	0,011553	1,619743	5,679	0,057	17,61
4	250,2	2,398287	0,043908	0,009201	1,501383	7,193	0,072	13,90
5	233,3	2,367915	0,032102	0,005752	1,283765	9,977	0,100	10,02
6	217,2	2,336860	0,021938	0,003249	1,061254	15,017	0,150	6,66
7	211,2	2,324694	0,018482	0,002513	0,974084	16,998	0,170	5,88
8	203,4	2,308351	0,014306	0,001711	0,856985	19,659	0,197	5,09
9	197,1	2,294687	0,011224	0,001189	0,759082	22,954	0,230	4,36
10	191,7	2,282622	0,008813	0,000827	0,672635	26,034	0,260	3,84
11	188,1	2,274389	0,007335	0,000628	0,613645	28,136	0,281	3,55
12	184	2,264818	0,005787	0,000440	0,545068	30,580	0,306	3,27
13	183,8	2,264346	0,005716	0,000432	0,541686	30,700	0,307	3,26
14	183,4	2,263399	0,005573	0,000416	0,534901	30,942	0,309	3,23
15	182,3	2,260787	0,005190	0,000374	0,516186	31,609	0,316	3,16
16	177,9	2,250176	0,003774	0,000232	0,440157	34,317	0,343	2,91
17	166,6	2,221675	0,001084	0,000036	0,235946	41,593	0,416	2,40
18	149,7	2,175222	0,000183	-0,000002	-0,096893	53,452	0,535	1,87
19	148	2,170262	0,000342	-0,000006	-0,132432	54,718	0,547	1,83
20	147,9	2,169968	0,000353	-0,000007	-0,134538	54,794	0,548	1,83
21	147,2	2,167908	0,000434	-0,000009	-0,149299	55,319	0,553	1,81
22	145	2,161368	0,000750	-0,000021	-0,196158	56,989	0,570	1,75
23	144,1	2,158664	0,000905	-0,000027	-0,215532	57,679	0,577	1,73
24	141,2	2,149835	0,001514	-0,000059	-0,278793	59,933	0,599	1,67
25	139,3	2,143951	0,002007	-0,000090	-0,320952	61,435	0,614	1,63
26	134,6	2,129045	0,003564	-0,000213	-0,427755	65,241	0,652	1,53
27	134,4	2,128399	0,003642	-0,000220	-0,432383	65,406	0,654	1,53
28	133,6	2,125806	0,003961	-0,000249	-0,450962	66,068	0,661	1,51
29	133,6	2,125806	0,003961	-0,000249	-0,450962	66,068	0,661	1,51
30	123,6	2,092018	0,009356	-0,000905	-0,693056	74,693	0,747	1,34
31	122,4	2,087781	0,010194	-0,001029	-0,723414	75,775	0,758	1,32
32	119,2	2,076276	0,012649	-0,001423	-0,805848	78,712	0,787	1,27
33	111,9	2,048830	0,019576	-0,002739	-1,002501	82,055	0,821	1,22
34	105,9	2,024896	0,026846	-0,004399	-1,173989	84,251	0,843	1,19
35	102,5	2,010724	0,031691	-0,005642	-1,275533	85,551	0,856	1,17
36	98,7	1,994317	0,037802	-0,007350	-1,393090	87,056	0,871	1,15
37	94,3	1,974512	0,045896	-0,009832	-1,534994	88,873	0,889	1,13
38	85,4	1,931458	0,066197	-0,017032	-1,843479	92,822	0,928	1,08
39	78	1,892095	0,088001	-0,026106	-2,125518	96,433	0,964	1,04

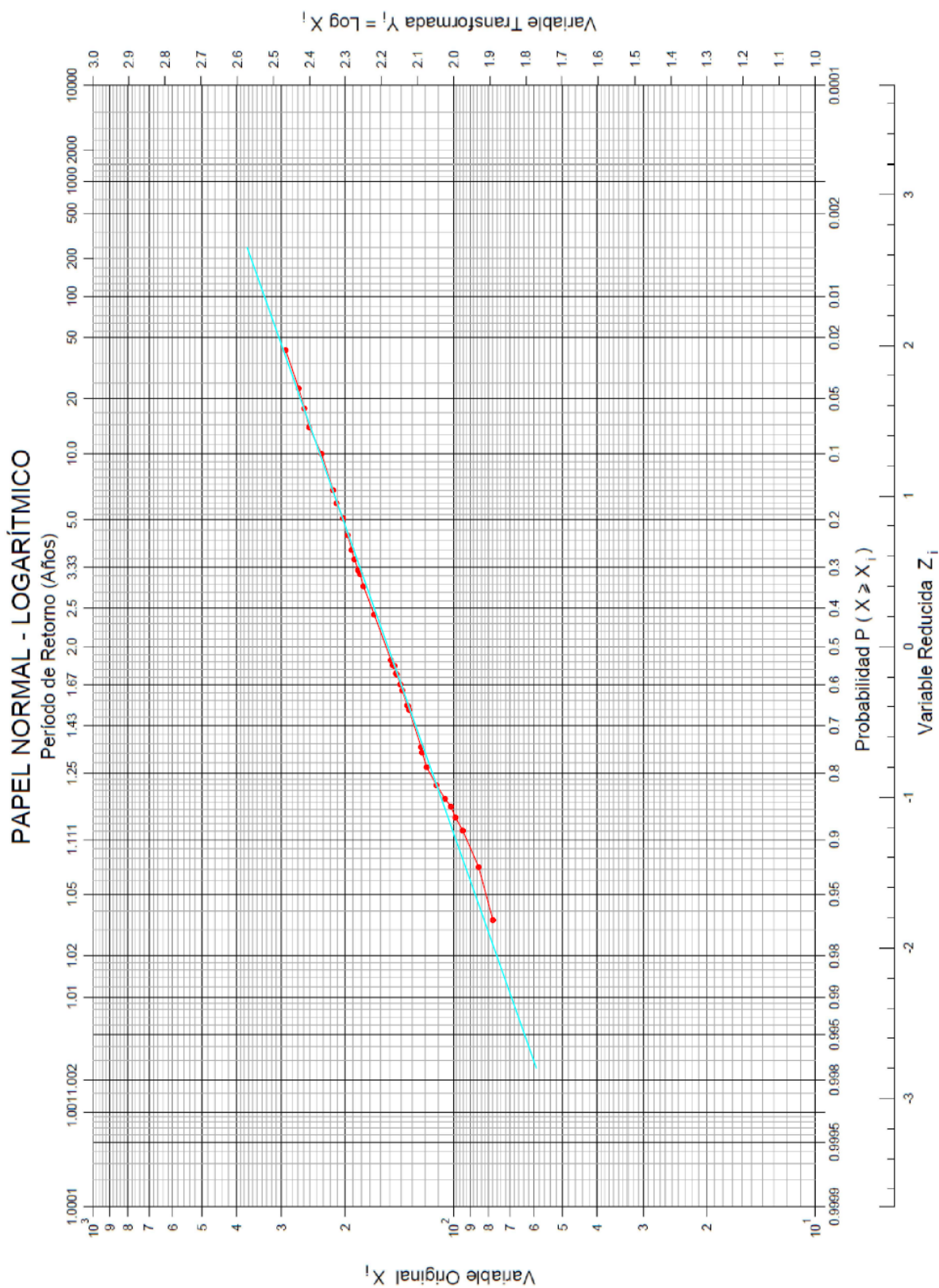
n = 39      Σ = 85,361058      0,740192      -0,004131

Media aritmética:  $\bar{x}_{\log(x)} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \log(x_i) = 2,188745$

Desvío estándar:  $\sigma_{\log(x)} = \left[ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\log(x_i) - \bar{x}_{\log(x)})^2 \right]^{1/2} = 0,139566$

Coficiente de asimetría:  $g = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log(x_i) - \bar{x}_{\log(x)})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (\sigma_{\log(x)})^3} = -0,042150$

**A.6.22 - Representación gráfica de los valores de Log-Pearson III – 5 días.**

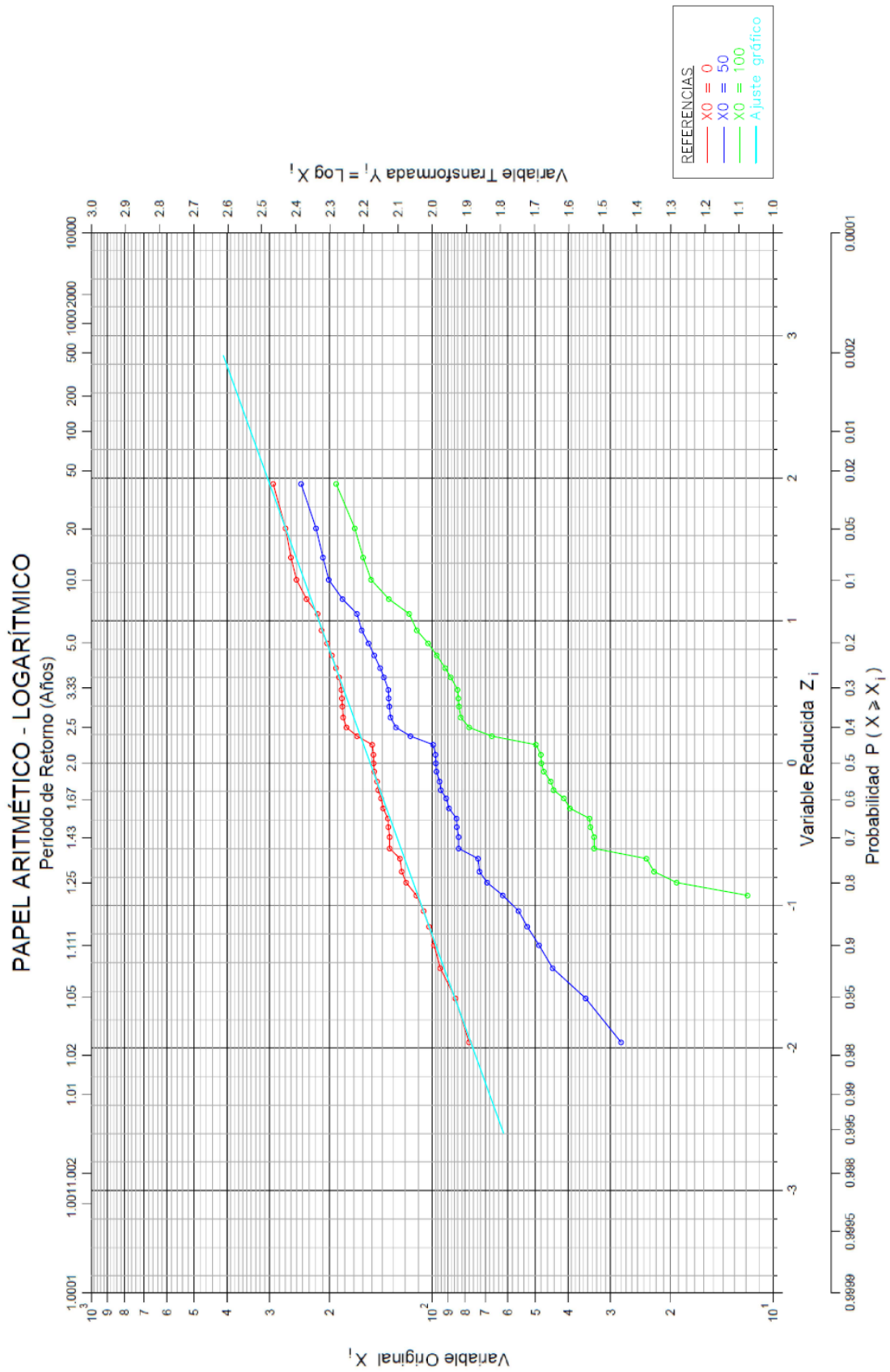


**A.6.23 - Método de Gibrat-Galtón para precipitación máxima anual de 5 días de duración.**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. $= \frac{m}{n+1}$	Frec. Acum. $= 1 - f$	Variab. Tipif. $Z_i$	$\bar{X}_i - \bar{X}_o$			Frec. Acum. $F^* = 1 - F$	Variab. Tipif. de gráfica $Z_i$	$P(x_i) =$	o ili $P(x_i) [\%]$	$TR = 1$ [años]
					$X_{o1} =$	$X_{o2} =$	$X_{o3} =$					
1	291,2	0,025	0,9750	1,96	0	241,2	191,2	0,9706	1,89	0,0294	2,94	34,01
2	269,1	0,050	0,9500	1,65	269,1	219,1	169,1	0,9505	1,65	0,0495	4,95	20,20
3	259,9	0,075	0,9250	1,44	259,9	209,9	159,9	0,9382	1,54	0,0618	6,18	16,18
4	250,2	0,100	0,9000	1,28	250,2	200,2	150,2	0,9251	1,44	0,0749	7,49	13,35
5	233,3	0,125	0,8750	1,15	233,3	183,3	133,3	0,8925	1,24	0,1075	10,75	9,30
6	217,2	0,150	0,8500	1,04	217,2	167,2	117,2	0,8461	1,02	0,1539	15,39	6,50
7	211,2	0,175	0,8250	0,93	211,2	161,2	111,2	0,8289	0,95	0,1711	17,11	5,84
8	203,4	0,200	0,8000	0,84	203,4	153,4	103,4	0,7995	0,84	0,2005	20,05	4,99
9	197,1	0,225	0,7750	0,76	197,1	147,1	97,1	0,7704	0,74	0,2296	22,96	4,36
10	191,7	0,250	0,7500	0,67	191,7	141,7	91,7	0,7454	0,66	0,2546	25,46	3,93
11	188,1	0,275	0,7250	0,60	188,1	138,1	88,1	0,7257	0,60	0,2743	27,43	3,65
12	184	0,300	0,7000	0,52	184	134	84	0,7123	0,56	0,2877	28,77	3,48
13	183,8	0,325	0,6750	0,45	183,8	133,8	83,8	0,7080	0,55	0,2920	29,20	3,42
14	183,4	0,350	0,6500	0,39	183,4	133,4	83,4	0,7054	0,54	0,2946	29,46	3,39
15	182,3	0,375	0,6250	0,32	182,3	132,3	82,3	0,6985	0,52	0,3015	30,15	3,32
16	177,9	0,400	0,6000	0,25	177,9	127,9	77,9	0,6772	0,46	0,3228	32,28	3,10
17	166,6	0,425	0,5750	0,19	166,6	116,6	66,6	0,5987	0,25	0,4013	40,13	2,49
18	149,7	0,450	0,5500	0,13	149,7	99,7	49,7		-0,04	1,0000	100,00	1,00
19	148	0,475	0,5250	0,06	148	98	48	0,4761	-0,06	1,0000	100,00	1,00
20	147,9	0,500	0,5000	0,00	147,9	97,9	47,9	0,4721	-0,07	0,5279	52,79	1,89
21	147,2	0,525	0,4750	-0,06	147,2	97,2	47,2	0,4681	-0,08	0,5319	53,19	1,88
22	145	0,550	0,4500	-0,13	145	95	45	0,4443	-0,14	0,5557	55,57	1,80
23	144,1	0,575	0,4250	-0,19	144,1	94,1	44,1	0,4364	-0,16	0,5636	56,36	1,77
24	141,2	0,600	0,4000	-0,25	141,2	91,2	41,2	0,4129	-0,22	0,5871	58,71	1,70
25	139,3	0,625	0,3750	-0,32	139,3	89,3	39,3	0,3974	-0,26	0,6026	60,26	1,66
26	134,6	0,650	0,3500	-0,39	134,6	84,6	34,6	0,3632	-0,35	0,6368	63,68	1,57
27	134,4	0,675	0,3250	-0,45	134,4	84,4	34,4	0,3594	-0,36	0,6406	64,06	1,56
28	133,6	0,700	0,3000	-0,52	133,6	83,6	33,6	0,3520	-0,38	0,6480	64,80	1,54
29	133,6	0,725	0,2750	-0,60	133,6	83,6	33,6	0,3520	-0,38	0,6480	64,80	1,54
30	123,6	0,750	0,2500	-0,67	123,6	73,6	23,6	0,2810	-0,58	0,7190	71,90	1,39
31	122,4	0,775	0,2250	-0,76	122,4	72,4	22,4	0,2709	-0,61	0,7291	72,91	1,37
32	119,2	0,800	0,2000	-0,84	119,2	69,2	19,2	0,2420	-0,70	0,7580	75,80	1,32
33	111,9	0,825	0,1750	-0,93	111,9	61,9	11,9	0,1841	-0,90	0,8159	81,59	1,23
34	105,9	0,850	0,1500	-1,04	105,9	55,9	5,9	0,1492	-1,04	0,8508	85,08	1,18
35	102,5	0,875	0,1250	-1,15	102,5	52,5	2,5	0,1251	-1,15	0,8749	87,49	1,14
36	98,7	0,900	0,1000	-1,28	98,7	48,7	-1,3	0,1056	-1,25	0,8944	89,44	1,12
37	94,3	0,925	0,0750	-1,44	94,3	44,3	-5,7	0,0853	-1,37	0,9147	91,47	1,09
38	85,4	0,950	0,0500	-1,65	85,4	35,4	-14,6	0,0485	-1,66	0,9515	95,15	1,05
39	78	0,975	0,0250	-1,96	78	28	-22	0,0274	-1,92	0,9726	97,26	1,03

n = 39

**A.6.24 - Representación gráfica de los valores de Gibrat-Galtón – 5 días.**



**A.6.25 – Valores del factor K para la expresión del método de Log-Pearson III.**

TR (años)	g									
	p	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
-0.1	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.754	2.965	
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.636	2.807	
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.517	2.669	
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.399	2.532	
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.283	2.398	
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.168	2.267	
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.057	2.140	
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	1.948	2.017	
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.842	1.898	
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.740	1.785	
-1.1	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581	1.643	1.678	
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.550	1.576	
-1.3	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424	1.462	1.482	
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.379	1.394	
-1.5	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282	1.302	1.312	
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.231	1.238	
-1.7	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155	1.165	1.169	
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.104	1.107	
-1.9	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044	1.048	1.050	
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	0.998	0.999	
-2.1	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949	0.951	0.952	
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.908	0.909	
-2.3	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869	0.869	0.869	
-2.4	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833	0.833	0.833	
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.799	0.799	
-2.6	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769	0.769	0.769	
-2.7	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741	0.740	0.740	
-2.8	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714	0.714	0.714	
-2.9	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690	0.689	0.689	
-3.0	0.396	0.636	0.666	0.666	0.666	0.667	0.667	0.666	0.666	
-3.5	0.412	0.562	0.570	0.571	0.571	0.571	0.571	0.571	0.571	
-4.0	0.413	0.497	0.499	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	
-5.0	0.379	0.399	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	
-6.0	0.329	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	
-7.0	0.285	0.285	0.285	0.285	0.285	0.285	0.285	0.285	0.285	
-8.0	0.249	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	
-9.0	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	

TR (años)	g									
	p	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
9.0	-0.222	-0.193	0.111	1.339	2.820	4.635	6.687	9.657	12.044	
8.0	-0.249	-0.182	0.239	1.554	2.998	4.705	6.599	9.307	11.468	
7.0	-0.285	-0.144	0.400	1.765	3.145	4.726	6.449	8.883	10.813	
6.0	-0.329	-0.066	0.589	1.960	3.251	4.686	6.226	8.376	10.068	
5.0	-0.379	0.057	0.795	2.124	3.300	4.573	5.916	7.771	9.219	
4.0	-0.412	0.226	1.000	2.237	3.274	4.367	5.503	7.053	8.252	
3.5	-0.412	0.321	1.095	2.268	3.226	4.224	5.252	6.646	7.720	
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	6.205	7.152	
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909	6.112	7.034	
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847	6.018	6.915	
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783	5.923	6.794	
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	5.826	6.671	
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	5.727	6.548	
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	5.628	6.422	
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515	5.526	6.296	
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	5.424	6.168	
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372	5.320	6.038	
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.214	5.907	
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223	5.107	5.775	
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	4.999	5.642	
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	4.889	5.507	
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	4.778	5.370	
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910	4.666	5.233	
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	4.553	5.095	
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	4.438	4.955	
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.322	4.814	
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575	4.205	4.673	
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.543	3.022	3.489	4.088	4.531	
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	3.969	4.388	
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	3.849	4.244	
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	3.729	4.100	
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.608	3.955	
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.487	3.810	
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.365	3.656	
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.243	3.521	
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.121	3.377	
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	2.999	3.233	
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	2.878	3.090	

Fuente: Guía de trabajo práctico N°5 – Aplicación de elementos de estadística en hidrología – Cátedra de Hidrología (UNNE).

**A.6.26 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 1 día.**

**ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA FRECUENCIA (ECMF) - 1 DÍA**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. Weibull $P_i(x_i) = f = \frac{m}{n+1}$	Frecuencia Teórica			$[P_i(x_i) - P_j(x_i)]^2$		
			Prob. Gumbel $P_j(x_i)$	Prob. Log-Pearson III $P_j(x_i)$	Prob. Gibrat-Galtón $P_j(x_i)$	Gumbel	Log-Pearson III	Gibrat-Galtón
1	150,8	0,025	0,009	0,006	0,008	0,0003	0,0004	0,0003
2	128,4	0,050	0,034	0,033	0,036	0,0003	0,0003	0,0002
3	115,4	0,075	0,074	0,077	0,085	0,0000	0,0000	0,0001
4	105,3	0,100	0,131	0,138	0,156	0,0010	0,0014	0,0032
5	104,7	0,125	0,135	0,143	0,166	0,0001	0,0003	0,0017
6	102,6	0,150	0,151	0,160	0,179	0,0000	0,0001	0,0008
7	101,6	0,175	0,162	0,169	0,184	0,0002	0,0000	0,0001
8	95,4	0,200	0,220	0,237	0,258	0,0004	0,0013	0,0033
9	94,5	0,225	0,236	0,250	0,264	0,0001	0,0006	0,0015
10	94,3	0,250	0,243	0,253	0,268	0,0000	0,0000	0,0003
11	92	0,275	0,262	0,287	0,302	0,0002	0,0001	0,0007
12	91,8	0,300	0,267	0,290	0,309	0,0011	0,0001	0,0001
13	88,4	0,325	0,313	0,342	0,348	0,0001	0,0003	0,0005
14	87,9	0,350	0,321	0,350	0,363	0,0008	0,0000	0,0002
15	85,2	0,375	0,368	0,393	0,405	0,0000	0,0003	0,0009
16	84,7	0,400	0,374	0,401	0,413	0,0007	0,0000	0,0002
17	83,3	0,425	0,404	0,424	0,440	0,0004	0,0000	0,0002
18	82,6	0,450	0,413	0,436	0,452	0,0014	0,0002	0,0000
19	81,2	0,475	0,438	0,460	0,480	0,0014	0,0002	0,0000
20	79,2	0,500	0,478	0,494	0,516	0,0005	0,0000	0,0003
21	77,6	0,525	0,523	0,523	0,560	0,0000	0,0000	0,0012
22	76,1	0,550	0,541	0,551	0,579	0,0001	0,0000	0,0009
23	76	0,575	0,543	0,553	0,583	0,0010	0,0005	0,0001
24	75,7	0,600	0,559	0,558	0,595	0,0017	0,0017	0,0000
25	75,7	0,625	0,559	0,558	0,595	0,0044	0,0044	0,0009
26	71,9	0,650	0,636	0,632	0,659	0,0002	0,0003	0,0001
27	69,3	0,675	0,694	0,684	0,716	0,0004	0,0001	0,0017
28	66,1	0,700	0,758	0,751	0,761	0,0034	0,0026	0,0037
29	65,7	0,725	0,761	0,760	0,779	0,0013	0,0012	0,0030
30	64,8	0,750	0,788	0,780	0,788	0,0014	0,0009	0,0015
31	64,6	0,775	0,792	0,783	0,794	0,0003	0,0001	0,0004
32	63,6	0,800	0,805	0,802	0,813	0,0000	0,0000	0,0002
33	63	0,825	0,814	0,807	0,816	0,0001	0,0003	0,0001
34	60,7	0,850	0,853	0,827	0,851	0,0000	0,0005	0,0000
35	59,1	0,875	0,880	0,841	0,877	0,0000	0,0011	0,0000
36	57,5	0,900	0,910	0,856	0,894	0,0001	0,0019	0,0000
37	55,7	0,925	0,928	0,873	0,919	0,0000	0,0027	0,0000
38	54,6	0,950	0,936	0,883	0,928	0,0002	0,0044	0,0005
39	42,2	0,975	0,997	1,020	0,992	0,0005	0,0021	0,0003

n = 39

$$ECMF = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i(x_i) - P_j(x_i))^2}{n}}$$

$\Sigma =$  0,0240    0,0309    0,0290

ECMF = 0,0248    0,0282    0,0273

**2,48%**    **2,82%**    **2,73%**

**A.6.27 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 3 días.**

**ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA FRECUENCIA (ECMF) - 3 DÍAS**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. Weibull $P_i(x_i) = f = \frac{m}{n+1}$	Frecuencia Teórica			$[P_i(x_i) - P_j(x_i)]^2$		
			Prob. Gumbel $P_j(x_i)$	Prob. Log-Pearson III $P_j(x_i)$	Prob. Gibrat-Galtón $P_j(x_i)$	Gumbel	Log-Pearson III	Gibrat-Galtón
1	239,9	0,025	0,022	0,027	0,034	0,0000	0,0000	0,0001
2	219,6	0,050	0,041	0,047	0,058	0,0001	0,0000	0,0001
3	208,9	0,075	0,055	0,066	0,076	0,0004	0,0001	0,0000
4	208	0,100	0,056	0,068	0,079	0,0019	0,0011	0,0004
5	195,8	0,125	0,080	0,090	0,108	0,0020	0,0012	0,0003
6	183,2	0,150	0,119	0,128	0,147	0,0010	0,0005	0,0000
7	170	0,175	0,170	0,179	0,203	0,0000	0,0000	0,0008
8	165,9	0,200	0,186	0,195	0,227	0,0002	0,0000	0,0007
9	164,8	0,225	0,202	0,200	0,233	0,0005	0,0006	0,0001
10	164,3	0,250	0,204	0,200	0,236	0,0021	0,0025	0,0002
11	155,1	0,275	0,253	0,267	0,284	0,0005	0,0001	0,0001
12	154,2	0,300	0,258	0,274	0,295	0,0018	0,0007	0,0000
13	152,1	0,325	0,274	0,289	0,302	0,0026	0,0013	0,0006
14	139,6	0,350	0,368	0,384	0,394	0,0003	0,0012	0,0019
15	139,4	0,375	0,371	0,386	0,397	0,0000	0,0001	0,0005
16	138,4	0,400	0,397	0,394	0,401	0,0000	0,0000	0,0000
17	136,1	0,425	0,401	0,412	0,417	0,0006	0,0002	0,0001
18	135	0,450	0,416	0,421	0,433	0,0012	0,0008	0,0003
19	130,9	0,475	0,451	0,455	0,464	0,0006	0,0004	0,0001
20	129,8	0,500	0,465	0,465	1,000	0,0012	0,0012	0,2500
21	122,5	0,525	0,537	0,530	0,520	0,0001	0,0000	0,0000
22	119,1	0,550	0,566	0,563	0,575	0,0003	0,0002	0,0006
23	116	0,575	0,603	0,594	0,610	0,0008	0,0003	0,0012
24	110,3	0,600	0,673	0,652	0,659	0,0053	0,0027	0,0035
25	110,3	0,625	0,673	0,652	0,659	0,0023	0,0007	0,0012
26	109,8	0,650	0,680	0,657	0,670	0,0009	0,0001	0,0004
27	105,5	0,675	0,723	0,703	0,709	0,0023	0,0008	0,0011
28	105,3	0,700	0,720	0,706	0,712	0,0004	0,0000	0,0002
29	99,6	0,725	0,788	0,770	0,761	0,0040	0,0020	0,0013
30	98,2	0,750	0,798	0,787	0,773	0,0023	0,0013	0,0005
31	96,3	0,775	0,817	0,804	0,785	0,0018	0,0008	0,0001
32	92,1	0,800	0,861	0,823	0,821	0,0037	0,0005	0,0004
33	90,2	0,825	0,872	0,833	0,839	0,0022	0,0001	0,0002
34	87,7	0,850	0,892	0,845	0,860	0,0018	0,0000	0,0001
35	84	0,875	0,912	0,864	0,883	0,0014	0,0001	0,0001
36	83,2	0,900	0,919	0,868	0,889	0,0004	0,0010	0,0001
37	80,7	0,925	0,936	0,882	0,903	0,0001	0,0019	0,0005
38	77,7	0,950	0,946	0,899	0,924	0,0000	0,0026	0,0007
39	72,3	0,975	0,968	0,931	0,947	0,0000	0,0020	0,0008

n = 39

$$ECMF = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i(x_i) - P_j(x_i))^2}{n}}$$

Σ = 0,0471    0,0292    0,2693

ECMF = 0,0347    0,0274    0,0831

**3,47%**    **2,74%**    **8,31%**

**A.6.28 - Error cuadrático medio de la frecuencia (ECMF) – 5 días.**

**ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA FRECUENCIA (ECMF) - 5 DÍAS**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. Weibull $P_i(x_i) = f = \frac{m}{n+1}$	Frecuencia Teórica			$[P_i(x_i) - P_j(x_i)]^2$		
			Prob. Gumbel $P_j(x_i)$	Prob. Log-Pearson III $P_j(x_i)$	Prob. Gibrat-Galtón $P_j(x_i)$	Gumbel	Log-Pearson III	Gibrat-Galtón
1	291,2	0,025	0,022	0,025	0,029	0,0000	0,0000	0,0000
2	269,1	0,050	0,037	0,043	0,050	0,0002	0,0001	0,0000
3	259,9	0,075	0,046	0,057	0,062	0,0008	0,0003	0,0002
4	250,2	0,100	0,060	0,072	0,075	0,0016	0,0008	0,0006
5	233,3	0,125	0,089	0,100	0,108	0,0013	0,0006	0,0003
6	217,2	0,150	0,131	0,150	0,154	0,0004	0,0000	0,0000
7	211,2	0,175	0,157	0,170	0,171	0,0003	0,0000	0,0000
8	203,4	0,200	0,183	0,197	0,201	0,0003	0,0000	0,0000
9	197,1	0,225	0,205	0,230	0,230	0,0004	0,0000	0,0000
10	191,7	0,250	0,234	0,260	0,255	0,0003	0,0001	0,0000
11	188,1	0,275	0,253	0,281	0,274	0,0005	0,0000	0,0000
12	184	0,300	0,276	0,306	0,288	0,0006	0,0000	0,0002
13	183,8	0,325	0,288	0,307	0,292	0,0014	0,0003	0,0011
14	183,4	0,350	0,290	0,309	0,295	0,0036	0,0016	0,0031
15	182,3	0,375	0,293	0,316	0,302	0,0067	0,0035	0,0054
16	177,9	0,400	0,316	0,343	0,323	0,0071	0,0032	0,0060
17	166,6	0,425	0,397	0,416	0,401	0,0008	0,0001	0,0006
18	149,7	0,450	0,530	0,535	1,000	0,0064	0,0071	0,3025
19	148	0,475	0,552	0,547	1,000	0,0059	0,0052	0,2756
20	147,9	0,500	0,563	0,548	0,528	0,0040	0,0023	0,0008
21	147,2	0,525	0,563	0,553	0,532	0,0014	0,0008	0,0000
22	145	0,550	0,566	0,570	0,556	0,0003	0,0004	0,0000
23	144,1	0,575	0,584	0,577	0,564	0,0001	0,0000	0,0001
24	141,2	0,600	0,588	0,599	0,587	0,0001	0,0000	0,0002
25	139,3	0,625	0,599	0,614	0,603	0,0007	0,0001	0,0005
26	134,6	0,650	0,669	0,652	0,637	0,0004	0,0000	0,0002
27	134,4	0,675	0,673	0,654	0,641	0,0000	0,0004	0,0012
28	133,6	0,700	0,676	0,661	0,648	0,0006	0,0015	0,0027
29	133,6	0,725	0,676	0,661	0,648	0,0024	0,0041	0,0059
30	123,6	0,750	0,765	0,747	0,719	0,0002	0,0000	0,0010
31	122,4	0,775	0,782	0,758	0,729	0,0000	0,0003	0,0021
32	119,2	0,800	0,805	0,787	0,758	0,0000	0,0002	0,0018
33	111,9	0,825	0,861	0,821	0,816	0,0013	0,0000	0,0001
34	105,9	0,850	0,901	0,843	0,851	0,0026	0,0001	0,0000
35	102,5	0,875	0,921	0,856	0,875	0,0021	0,0004	0,0000
36	98,7	0,900	0,934	0,871	0,894	0,0012	0,0009	0,0000
37	94,3	0,925	0,952	0,889	0,915	0,0007	0,0013	0,0001
38	85,4	0,950	0,981	0,928	0,952	0,0010	0,0005	0,0000
39	78	0,975	0,989	0,964	0,973	0,0002	0,0001	0,0000

n = 39

$$ECMF = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{i(x_i)} - P_{j(x_i)})^2}{n}}$$

Σ = 0,0577    0,0366    0,6123

ECMF = 0,0385    0,0306    0,1253

**3,85%**    **3,06%**    **12,53%**

**A.6.29 - Error cuadrático medio de la variable (ECMV) – 1 día.**

**ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 1 DÍA**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. $P_i(x_i) = f = \frac{m}{n+1}$	Valor Teorico Variab.			$[X_i - X_j(p_i)]^2$		
			Precip. Gumbel $X_j(p_i)$	Precip. Log-Pearson $X_j(p_i)$	Precip. Gibrat-Galtón $X_j(p_i)$	Gumbel	Log-Pearson III	Gibrat-Galtón
1	150,8	0,025	135	133,5	134	249,64	299,29	282,24
2	128,4	0,050	122	122,5	123	40,96	34,81	29,16
3	115,4	0,075	112	116	117,5	11,56	0,36	4,41
4	105,3	0,100	110	110	112,5	22,09	22,09	51,84
5	104,7	0,125	106	107	108,5	1,69	5,29	14,44
6	102,6	0,150	103	103,5	106	0,16	0,81	11,56
7	101,6	0,175	100	101	103	2,56	0,36	1,96
8	95,4	0,200	97	98	100,5	2,56	6,76	26,01
9	94,5	0,225	95	96	98,5	0,25	2,25	16,00
10	94,3	0,250	93	91,5	96	1,69	7,84	2,89
11	92	0,275	91	91	94	1,00	1,00	4,00
12	91,8	0,300	89	90	92	7,84	3,24	0,04
13	88,4	0,325	88	89,5	91	0,16	1,21	6,76
14	87,9	0,350	86	88	89	3,61	0,01	1,21
15	85,2	0,375	85	86	87,5	0,04	0,64	5,29
16	84,7	0,400	83	85	86	2,89	0,09	1,69
17	83,3	0,425	82	84	84	1,69	0,49	0,49
18	82,6	0,450	81	82	83,5	2,56	0,36	0,81
19	81,2	0,475	79	80,5	82	4,84	0,49	0,64
20	79,2	0,500	78	79	80,5	1,44	0,04	1,69
21	77,6	0,525	77	77,5	79	0,36	0,01	1,96
22	76,1	0,550	76	76,5	78	0,01	0,16	3,61
23	76	0,575	75	74,5	77	1,00	2,25	1,00
24	75,7	0,600	74	73,5	75,5	2,89	4,84	0,04
25	75,7	0,625	72	72	74	13,69	13,69	2,89
26	71,9	0,650	71	71	72,5	0,81	0,81	0,36
27	69,3	0,675	70	69,5	71,5	0,49	0,04	4,84
28	66,1	0,700	69	68,5	70,5	8,41	5,76	19,36
29	65,7	0,725	68	67,5	69	5,29	3,24	10,89
30	64,8	0,750	66	66,5	67,5	1,44	2,89	7,29
31	64,6	0,775	65	65	66	0,16	0,16	1,96
32	63,6	0,800	64	64	64,5	0,16	0,16	0,81
33	63	0,825	63	60	63	0,00	9,00	0,00
34	60,7	0,850	61	58	61	0,09	7,29	0,09
35	59,1	0,875	59	56	59,5	0,01	9,61	0,16
36	57,5	0,900	58	53,5	57	0,25	16,00	0,25
37	55,7	0,925	56	51	55	0,09	22,09	0,49
38	54,6	0,950	54	48,5	52	0,36	37,21	6,76
39	42,2	0,975	51	44	48	77,44	3,24	33,64

n = 39

$$ECMV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{i(p_i)} - X_{j(p_i)})^2}{n}}$$

Σ =	472,18	525,88	559,53
ECMV =	3,48	3,67	3,79

### A.6.30 - Error cuadrático medio de la variable (ECMV) – 3 días.

ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 3 DÍAS								
N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. $P_i(x_i) = f = \frac{m}{n+1}$	Valor Teorico Variab.			$[X_i - X_j(p_i)]^2$		
			Precip. Gumbel $X_j(p_i)$	Precip. Log-Pearson $X_j(p_i)$	Precip. Gibrat-Galtón $X_j(p_i)$	Gumbel	Log-Pearson III	Gibrat-Galtón
1	239,9	0,025	240		250	0,01		102,01
2	219,6	0,050	213	217,5	225	43,56	4,41	29,16
3	208,9	0,075	194	203	210	222,01	34,81	1,21
4	208	0,100	189	192	198	361,00	256,00	100,00
5	195,8	0,125	181	184	190	219,04	139,24	33,64
6	183,2	0,150	175	177,5	182,5	67,24	32,49	0,49
7	170	0,175	168	171	175,5	4,00	1,00	30,25
8	165,9	0,200	164	164	170,5	3,61	3,61	21,16
9	164,8	0,225	159	160	166	33,64	23,04	1,44
10	164,3	0,250	156	157,5	160,5	68,89	46,24	14,44
11	155,1	0,275	152	154	157	9,61	1,21	3,61
12	154,2	0,300	148	150	152	38,44	17,64	4,84
13	152,1	0,325	145	147	148,5	50,41	26,01	12,96
14	139,6	0,350	142	143,5	146	5,76	15,21	40,96
15	139,4	0,375	139	140	142	0,16	0,36	6,76
16	138,4	0,400	137	137,5	138,5	1,96	0,81	0,01
17	136,1	0,425	134	134	135,5	4,41	4,41	0,36
18	135	0,450	132	131,5	132,5	9,00	12,25	6,25
19	130,9	0,475	128	128,5	129,5	8,41	5,76	1,96
20	129,8	0,500	126	127,5	127,5	14,44	5,29	5,29
21	122,5	0,525	124	125,5	125	2,25	9,00	6,25
22	119,1	0,550	122	122	121,5	8,41	8,41	5,76
23	116	0,575	119	118	119	9,00	4,00	9,00
24	110,3	0,600	117	116	117,5	44,89	32,49	51,84
25	110,3	0,625	115	114	114	22,09	13,69	13,69
26	109,8	0,650	113	112,5	111,5	10,24	7,29	2,89
27	105,5	0,675	110	108	109	20,25	6,25	12,25
28	105,3	0,700	108	106,5	107	7,29	1,44	2,89
29	99,6	0,725	106	103,5	103	40,96	15,21	11,56
30	98,2	0,750	103	101,5	101	23,04	10,89	7,84
31	96,3	0,775	101	99	98	22,09	7,29	2,89
32	92,1	0,800	97	97	95	24,01	24,01	8,41
33	90,2	0,825	96	92	92	33,64	3,24	3,24
34	87,7	0,850	93	86,5	89	28,09	1,44	1,69
35	84	0,875	89	82	85	25,00	4,00	1,00
36	83,2	0,900	87	77,5	81,5	14,44	32,49	2,89
37	80,7	0,925	82	73	77,5	1,69	59,29	10,24
38	77,7	0,950	77		71,5	0,49		38,44
39	72,3	0,975	71		64,5	1,69		60,84

n = 39

$$ECMV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{i(t)} - X_{j(t)})^2}{n}}$$

$\Sigma =$  1505,16    870,22    670,41

ECMV = 6,21    4,72    4,15

Dado que en el desarrollo del método de Log-Pearson III se obtuvo un *coeficiente de asimetría* que resulta distinto de cero ( $g = 0,160297$ ), la línea que une los puntos graficados resulta una curva, y no una recta. Se hace notar entonces que, por esa razón, no fue posible prolongar la misma de manera de obtener los valores de la variable para las frecuencias  $f = 0,025$ ;  $f = 0,950$  y  $f = 0,975$ .

**A.6.31 - Error cuadrático medio de la variable (ECMV) – 5 días.**

**ERROR CUADRÁTICO MEDIO DE LA VARIABLE (ECMV) - 5 DÍAS**

N° de Orden m	Precipitación [mm]	Frec. Experim. $P_i(x_i) = f = \frac{m}{n+1}$	Valor Teorico Variab.			$[X_i - X_j(p_i)]^2$		
			Precip. Gumbel $X_j(p_i)$	Precip. Log-Pearson $X_j(p_i)$	Precip. Gibrat-Galtón $X_j(p_i)$	Gumbel	Log-Pearson III	Gibrat-Galtón
1	291,2	0,025	289	291	300	4,84	0,04	77,44
2	269,1	0,050	257	264	269	146,41	26,01	0,01
3	259,9	0,075	234	249,5	250,5	670,81	108,16	88,36
4	250,2	0,100	228	243	237,5	492,84	51,84	161,29
5	233,3	0,125	219	224,5	227	204,49	77,44	39,69
6	217,2	0,150	211	216	218,5	38,44	1,44	1,69
7	211,2	0,175	205	209,5	210	38,44	2,89	1,44
8	203,4	0,200	198	202,5	203,5	29,16	0,81	0,01
9	197,1	0,225	193	198	197,5	16,81	0,81	0,16
10	191,7	0,250	188	194	192	13,69	5,29	0,09
11	188,1	0,275	184	189,5	187,5	16,81	1,96	0,36
12	184	0,300	180	185	181,5	16,00	1,00	6,25
13	183,8	0,325	176	180,5	177,5	60,84	10,89	39,69
14	183,4	0,350	173	177	174	108,16	40,96	88,36
15	182,3	0,375	170	172,5	170	151,29	96,04	151,29
16	177,9	0,400	166	168,5	166	141,61	88,36	141,61
17	166,6	0,425	163	165	162,5	12,96	2,56	16,81
18	149,7	0,450	159	162	159	86,49	151,29	86,49
19	148	0,475	157	158	155	81,00	100,00	49,00
20	147,9	0,500	154	154	151,5	37,21	37,21	12,96
21	147,2	0,525	150	150,5	148,5	7,84	10,89	1,69
22	145	0,550	148	147	145	9,00	4,00	0,00
23	144,1	0,575	145	144	142,5	0,81	0,01	2,56
24	141,2	0,600	143	141	139,5	3,24	0,04	2,89
25	139,3	0,625	140	138	136,5	0,49	1,69	7,84
26	134,6	0,650	137	135	132,5	5,76	0,16	4,41
27	134,4	0,675	134	132	130	0,16	5,76	19,36
28	133,6	0,700	132	128,5	127	2,56	26,01	43,56
29	133,6	0,725	128	125,5	122,5	31,36	65,61	123,21
30	123,6	0,750	126	122,5	120,5	5,76	1,21	9,61
31	122,4	0,775	123	120,5	117	0,36	3,61	29,16
32	119,2	0,800	120	116,5	113	0,64	7,29	38,44
33	111,9	0,825	117	110,5	110	26,01	1,96	3,61
34	105,9	0,850	113	104	107	50,41	3,61	1,21
35	102,5	0,875	110	98	102,5	56,25	20,25	0,00
36	98,7	0,900	106	92	98	53,29	44,89	0,49
37	94,3	0,925	100	86	92	32,49	68,89	5,29
38	85,4	0,950	95	81,5	85,5	92,16	15,21	0,01
39	78	0,975	87	78	77	81,00	0,00	1,00

n = 39

$$ECMV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{i(p_i)} - X_{j(p_i)})^2}{n}}$$

$\Sigma =$	2827,89	1086,09	1257,34
ECMV =	8,52	5,28	5,68

**A.6.32 - Distribución diaria de la precipitación en tormentas reales de 3 días de duración para los 3 eventos anuales de mayor volumen precipitado.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
1983 - 1984	135,0	1,3	69,6	64,1
		1%	52%	47%
	104,9	34,4	22,8	47,7
		33%	22%	45%
	101,0	71,4	28,7	0,9
		71%	28%	1%
1984 - 1985	116,0	15,9	61,5	38,6
		14%	53%	33%
	82,9	12,9	48,3	21,7
		16%	58%	26%
	82,4	44,4	22,1	15,9
		54%	27%	19%
1985 - 1986	138,4	1,9	128,4	8,1
		1%	93%	6%
	130,2	6,4	119,4	4,4
		5%	92%	3%
	110,5	36,9	38,5	35,1
		33%	35%	32%
1986 - 1987	99,6	79,2	12,6	7,8
		80%	13%	8%
	96,5	41,7	0,5	54,3
		43%	1%	56%
	94,5	59,5	0,0	35,0
		63%	0%	37%
1987 - 1988	109,8	64,6	15,3	29,9
		59%	14%	27%
	76,7	35,7	18,2	22,8
		47%	24%	30%
	69,0	15,9	47,2	5,9
		23%	68%	9%

**A.6.32 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
1988 - 1989	119,1	31,0	57,7	30,4
		26%	48%	26%
	86,7	32,9	53,8	0,0
		38%	62%	0%
	82,1	47,0	30,3	4,8
		57%	37%	6%
1989 - 1990	155,1	8,9	68,9	77,3
		6%	44%	50%
	106,1	0,9	18,7	86,5
		1%	18%	82%
	93,2	1,4	91,8	0,0
		2%	98%	0%
1990 - 1991	105,3	1,8	66,1	37,4
		2%	63%	36%
	91,0	31,6	2,2	57,2
		35%	2%	63%
	87,1	23,4	51,1	12,6
		27%	59%	14%
1991 - 1992	96,3	49,7	40,3	6,3
		52%	42%	7%
	95,0	0,2	0,5	94,3
		0%	1%	99%
	84,9	1,1	83,8	0,0
		1%	99%	0%
1992 - 1993	129,8	1,6	77,5	50,7
		1%	60%	39%
	99,7	29,3	29,8	40,6
		29%	30%	41%
	98,3	23,4	61,3	13,6
		24%	62%	14%

**A.6.32 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
1993 - 1994	152,1	38,5	21,6	92,0
		25%	14%	60%
	121,6	25,2	62,4	34,0
		21%	51%	28%
	99,9	34,0	23,7	42,2
		34%	24%	42%
1994 - 1995	110,3	25,7	75,7	8,9
		23%	69%	8%
	80,6	37,7	33,4	9,5
		47%	41%	12%
	71,9	11,9	43,6	16,4
		17%	61%	23%
1995 - 1996	139,4	88,4	45,5	5,5
		63%	33%	4%
	107,9	36,4	26,1	45,4
		34%	24%	42%
	88,6	38,7	0,9	49,0
		44%	1%	55%
1996 - 1997	183,2	82,5	95,4	5,3
		45%	52%	3%
	116,4	12,1	89,7	14,6
		10%	77%	13%
	84,4	3,0	80,1	1,3
		4%	95%	2%
1997 - 1998	208,9	97,0	74,4	37,5
		46%	36%	18%
	186,2	102,6	18,9	64,7
		55%	10%	35%
	133,5	42,7	89,9	0,9
		32%	67%	1%

**A.6.32 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
1998 - 1999	92,1	2,9	25,6	63,6
		3%	28%	69%
	81,9	37,6	14,8	29,5
		46%	18%	36%
	72,1	37,5	30,5	4,1
		52%	42%	6%
1999 - 2000	139,6	62,6	37,0	40,0
		45%	27%	29%
	116,9	2,2	63,0	51,7
		2%	54%	44%
	78,1	12,5	4,2	61,4
		16%	5%	79%
2000 - 2001	110,3	30,6	44,6	35,1
		28%	40%	32%
	107,2	20,3	60,7	26,2
		19%	57%	24%
	83,9	5,9	60,3	17,7
		7%	72%	21%
2001 - 2002	90,2	20,4	40,1	29,7
		23%	44%	33%
	79,9	14,4	34,9	30,6
		18%	44%	38%
	79,7	31,9	9,4	38,4
		40%	12%	48%
2002 - 2003	105,5	28,7	49,0	27,8
		27%	46%	26%
	101,7	2,0	80,2	19,5
		2%	79%	19%
	98,3	26,8	56,6	14,9
		27%	58%	15%

**A.6.32 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
2003 - 2004	136,1	83,3	8,6	44,2
		61%	6%	32%
	123,0	53,2	47,7	22,1
		43%	39%	18%
	88,2	29,3	54,0	4,9
		33%	61%	6%
2004 - 2005	122,5	94,5	18,9	9,1
		77%	15%	7%
	93,9	33,3	59,1	1,5
		35%	63%	2%
	89,1	1,7	61,2	26,2
		2%	69%	29%
2005 - 2006	84,0	4,2	69,3	10,5
		5%	83%	13%
	45,8	7,6	35,0	3,2
		17%	76%	7%
	44,5	0,3	6,5	37,7
		1%	15%	85%
2006 - 2007	164,8	74,2	85,2	5,4
		45%	52%	3%
	87,3	0,7	84,2	2,4
		1%	96%	3%
	68,0	7,4	1,8	58,8
		11%	3%	86%
2007 - 2008	72,3	30,4	36,7	5,2
		42%	51%	7%
	67,4	21,6	10,8	35,0
		32%	16%	52%
	60,9	0,2	42,2	18,5
		0%	69%	30%

**A.6.32 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
2008 - 2009	98,2	25,8	0,5	71,9
		26%	1%	73%
	73,7	13,2	56,8	3,7
		18%	77%	5%
	73,1	1,1	27,0	45,0
		2%	37%	62%
2009 - 2010	154,2	1,2	150,8	2,2
		1%	98%	1%
	145,8	53,1	19,5	73,2
		36%	13%	50%
	122,2	28,5	57,7	36,0
		23%	47%	29%
2010 - 2011	77,7	14,6	45,3	17,8
		19%	58%	23%
	71,6	1,0	54,6	16,0
		1%	76%	22%
	69,6	16,6	41,1	11,9
		24%	59%	17%
2011 - 2012	87,7	38,8	48,0	0,9
		44%	55%	1%
	84,3	34,1	4,7	45,5
		40%	6%	54%
	83,2	0,0	76,0	7,2
		0%	91%	9%
2012 - 2013	195,8	40,8	57,5	97,5
		21%	29%	50%
	161,1	105,3	28,2	27,6
		65%	18%	17%
	134,3	58,5	54,2	21,6
		44%	40%	16%

**A.6.32 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
2013 - 2014	165,9	76,1	51,1	38,7
		46%	31%	23%
	126,5	73,3	52,1	1,1
		58%	41%	1%
	119,5	39,0	69,5	11,0
		33%	58%	9%
2014 - 2015	208,0	81,4	87,9	38,7
		39%	42%	19%
	116,0	76,1	28,1	11,8
		66%	24%	10%
	82,6	35,2	45,1	2,3
		43%	55%	3%
2015 - 2016	239,9	55,4	79,8	104,7
		23%	33%	44%
	142,8	2,4	51,3	89,1
		2%	36%	62%
	114,5	17,3	81,4	15,8
		15%	71%	14%
2016 - 2017	170,0	53,7	99,6	16,7
		32%	59%	10%
	141,5	97,0	7,0	37,5
		69%	5%	27%
	139,4	2,1	115,4	21,9
		2%	83%	16%
2017 - 2018	130,9	1,5	65,3	64,1
		1%	50%	49%
	120,8	75,7	9,7	35,4
		63%	8%	29%
	88,7	4,6	72,1	12,0
		5%	81%	14%

**A.6.32 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]
2018 - 2019	219,6	101,6	97,1	20,9
		46%	44%	10%
	130,7	59,3	50,6	20,8
		45%	39%	16%
	118,3	32,2	6,0	80,1
		27%	5%	68%
2019 - 2020	164,3	73,7	68,7	21,9
		45%	42%	13%
	92,3	0,4	84,7	7,2
		0%	92%	8%
	83,1	51,8	31,3	0,0
		62%	38%	0%
2020 - 2021	83,2	4,4	65,7	13,1
		5%	79%	16%
	70,1	12,7	8,8	48,6
		18%	13%	69%
	64,3	41,8	15,0	7,5
		65%	23%	12%
2021 - 2022	80,7	23,5	1,4	55,8
		29%	2%	69%
	77,7	5,8	38,8	33,1
		7%	50%	43%
	76,0	46,3	3,9	25,8
		61%	5%	34%
Total =		3373%	5111%	3216%
		P Día 1	P Día 2	P Día 3
		29%	44%	27%

**A.6.33 – Distribución diaria de la precipitación en tormentas reales de 5 días de duración para los 3 eventos anuales de mayor volumen precipitado.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
1983 - 1984	149,7	0,7	71,4	28,8	0,9	47,9
		0%	48%	19%	1%	32%
	140,9	69,6	64,1	0,0	0,1	7,1
		49%	45%	0%	0%	5%
	127,5	34,4	22,8	47,7	15,1	7,5
		27%	18%	37%	12%	6%
1984 - 1985	147,9	64,8	0,2	12,9	48,3	21,7
		44%	0%	9%	33%	15%
	125,4	9,4	15,9	61,5	38,6	0,0
		7%	13%	49%	31%	0%
	98,9	61,6	11,6	3,0	11,8	10,9
		62%	12%	3%	12%	11%
1985 - 1986	183,4	44,2	29,9	33,8	36,9	38,6
		24%	16%	18%	20%	21%
	139,0	1,9	128,4	8,1	0,0	0,6
		1%	92%	6%	0%	0%
	131,0	0,4	0,4	6,4	119,4	4,4
		0%	0%	5%	91%	3%
1986 - 1987	134,6	59,5	0,0	35,0	24,9	15,2
		44%	0%	26%	18%	11%
	130,2	0,6	35,7	25,6	0,2	68,1
		0%	27%	20%	0%	52%
	122,5	16,7	9,3	41,7	0,5	54,3
		14%	8%	34%	0%	44%
1987 - 1988	122,4	8,6	64,6	15,4	29,8	4,0
		7%	53%	13%	24%	3%
	85,5	35,7	18,2	22,8	8,8	0,0
		42%	21%	27%	10%	0%
	69,0	15,9	47,2	5,9	0,0	0,0
		23%	68%	9%	0%	0%

**A.6.33 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
1988 - 1989	145,0	57,7	30,3	0,0	1,0	56,0
		40%	21%	0%	1%	39%
	100,1	47,0	30,3	4,7	0,7	17,4
		47%	30%	5%	1%	17%
	91,8	32,9	53,8	0,0	0,0	5,1
		36%	59%	0%	0%	6%
1989 - 1990	184,0	27,6	8,9	68,9	77,2	1,4
		15%	5%	37%	42%	1%
	109,2	86,5	0,9	0,0	0,0	21,8
		79%	1%	0%	0%	20%
	99,0	0,2	5,7	0,0	1,4	91,7
		0%	6%	0%	1%	93%
1990 - 1991	144,1	23,4	51,1	12,6	19,3	37,7
		16%	35%	9%	13%	26%
	105,3	1,8	66,1	37,4	0,0	0,0
		2%	63%	36%	0%	0%
	92,9	15,6	46,6	0,0	0,0	30,7
		17%	50%	0%	0%	33%
1991 - 1992	105,9	46,4	30,8	0,0	16,6	12,1
		44%	29%	0%	16%	11%
	105,4	13,5	16,7	27,6	39,7	7,9
		13%	16%	26%	38%	7%
	96,3	49,7	40,4	6,2	0,0	0,0
		52%	42%	6%	0%	0%
1992 - 1993	177,9	1,6	77,6	50,7	0,3	47,7
		1%	44%	28%	0%	27%
	130,7	23,4	61,3	13,5	0,0	32,5
		18%	47%	10%	0%	25%
	127,2	29,8	40,5	11,5	0,0	45,4
		23%	32%	9%	0%	36%

**A.6.33 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
1993 - 1994	203,4	11,1	40,2	38,5	21,6	92,0
		5%	20%	19%	11%	45%
	123,5	25,1	62,5	34,0	1,9	0,0
		20%	51%	28%	2%	0%
	110,9	34,0	23,7	42,2	11,0	0,0
		31%	21%	38%	10%	0%
1994 - 1995	123,6	75,7	8,9	0,0	1,3	37,7
		61%	7%	0%	1%	31%
	121,4	43,6	16,4	0,0	28,2	33,2
		36%	14%	0%	23%	27%
	79,0	0,5	15,0	0,2	8,6	54,7
		1%	19%	0%	11%	69%
1995 - 1996	147,2	39,3	36,4	26,1	45,4	0,0
		27%	25%	18%	31%	0%
	139,7	0,2	88,4	45,5	5,5	0,1
		0%	63%	33%	4%	0%
	114,1	19,2	25,2	3,9	37,5	28,3
		17%	22%	3%	33%	25%
1996 - 1997	188,1	7,7	0,0	2,5	82,5	95,4
		4%	0%	1%	44%	51%
	137,8	12,1	89,7	14,6	0,7	20,7
		9%	65%	11%	1%	15%
	114,0	11,4	19,2	0,3	3,0	80,1
		10%	17%	0%	3%	70%
1997 - 1998	233,3	97,0	74,4	37,5	15,4	9,0
		42%	32%	16%	7%	4%
	187,1	102,6	18,9	64,7	0,9	0,0
		55%	10%	35%	0%	0%
	155,2	5,0	48,5	24,5	52,8	24,4
		3%	31%	16%	34%	16%

**A.6.33 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
1998 - 1999	133,6	25,6	63,6	1,3	8,5	34,6
		19%	48%	1%	6%	26%
	93,9	0,3	11,6	37,6	14,9	29,5
		0%	12%	40%	16%	31%
	87,0	28,1	17,5	12,0	29,4	0,0
		32%	20%	14%	34%	0%
1999 - 2000	141,2	1,6	62,5	37,1	40,0	0,0
		1%	44%	26%	28%	0%
	125,9	9,0	2,2	63,0	51,7	0,0
		7%	2%	50%	41%	0%
	96,6	19,9	24,2	7,7	43,5	1,3
		21%	25%	8%	45%	1%
2000 - 2001	139,3	30,6	44,6	35,1	16,6	12,4
		22%	32%	25%	12%	9%
	119,4	30,4	7,2	26,0	0,3	55,5
		25%	6%	22%	0%	46%
	118,0	0,5	10,4	20,3	60,7	26,1
		0%	9%	17%	51%	22%
2001 - 2002	111,9	11,4	20,8	31,9	9,4	38,4
		10%	19%	29%	8%	34%
	111,1	20,9	25,6	9,0	0,9	54,7
		19%	23%	8%	1%	49%
	105,1	11,0	20,4	40,1	29,7	3,9
		10%	19%	38%	28%	4%
2002 - 2003	134,4	81,2	2,2	6,7	24,3	20,0
		60%	2%	5%	18%	15%
	129,7	1,7	28,7	49,0	27,8	22,5
		1%	22%	38%	21%	17%
	104,9	0,4	59,6	9,3	1,5	34,1
		0%	57%	9%	1%	33%

### A.6.33 – Continuación.

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
2003 - 2004	148,0	5,1	53,2	47,7	22,1	19,9
		3%	36%	32%	15%	13%
	138,6	1,6	83,3	8,6	44,2	0,9
		1%	60%	6%	32%	1%
	137,4	37,2	21,1	0,0	33,9	45,2
		27%	15%	0%	25%	33%
2004 - 2005	183,8	61,2	26,2	0,0	1,9	94,5
		33%	14%	0%	1%	51%
	94,0	33,3	59,2	1,4	0,0	0,1
		35%	63%	1%	0%	0%
	73,8	12,9	4,6	0,0	0,8	55,5
		17%	6%	0%	1%	75%
2005 - 2006	85,4	0,3	1,1	4,2	69,3	10,5
		0%	1%	5%	81%	12%
	53,1	7,3	0,0	7,7	35,0	3,1
		14%	0%	15%	66%	6%
	49,2	4,9	0,0	0,0	0,1	44,2
		10%	0%	0%	0%	90%
2006 - 2007	217,2	74,2	85,2	5,4	24,8	27,6
		34%	39%	2%	11%	13%
	87,3	0,7	84,2	2,4	0,0	0,0
		1%	96%	3%	0%	0%
	85,9	18,6	4,8	1,7	51,0	9,8
		22%	6%	2%	59%	11%
2007 - 2008	78,0	0,6	19,5	3,7	16,5	37,7
		1%	25%	5%	21%	48%
	75,7	8,3	21,6	10,8	35,0	0,0
		11%	29%	14%	46%	0%
	72,3	30,4	36,7	5,2	0,0	0,0
		42%	51%	7%	0%	0%

**A.6.33 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
2008 - 2009	133,6	56,8	3,7	1,1	27,0	45,0
		43%	3%	1%	20%	34%
	118,0	0,9	18,9	25,8	0,5	71,9
		1%	16%	22%	0%	61%
	64,7	36,1	0,0	0,0	0,1	28,5
		56%	0%	0%	0%	44%
2009 - 2010	166,6	32,3	28,5	57,7	36,0	12,1
		19%	17%	35%	22%	7%
	154,2	1,2	150,8	2,2	0,0	0,0
		1%	98%	1%	0%	0%
	153,8	8,0	0,0	53,1	19,5	73,2
		5%	0%	35%	13%	48%
2010 - 2011	102,5	24,8	8,1	16,6	41,1	11,9
		24%	8%	16%	40%	12%
	94,9	2,7	14,6	45,3	17,8	14,5
		3%	15%	48%	19%	15%
	84,4	54,6	16,0	0,8	9,4	3,6
		65%	19%	1%	11%	4%
2011 - 2012	94,3	34,1	4,7	45,5	9,7	0,3
		36%	5%	48%	10%	0%
	89,9	76,0	7,2	0,0	6,7	0,0
		85%	8%	0%	7%	0%
	87,7	38,8	48,0	0,9	0,0	0,0
		44%	55%	1%	0%	0%
2012 - 2013	211,2	40,8	57,5	97,5	12,6	2,8
		19%	27%	46%	6%	1%
	182,4	105,3	28,2	27,6	12,2	9,1
		58%	15%	15%	7%	5%
	134,3	58,5	54,2	21,6	0,0	0,0
		44%	40%	16%	0%	0%

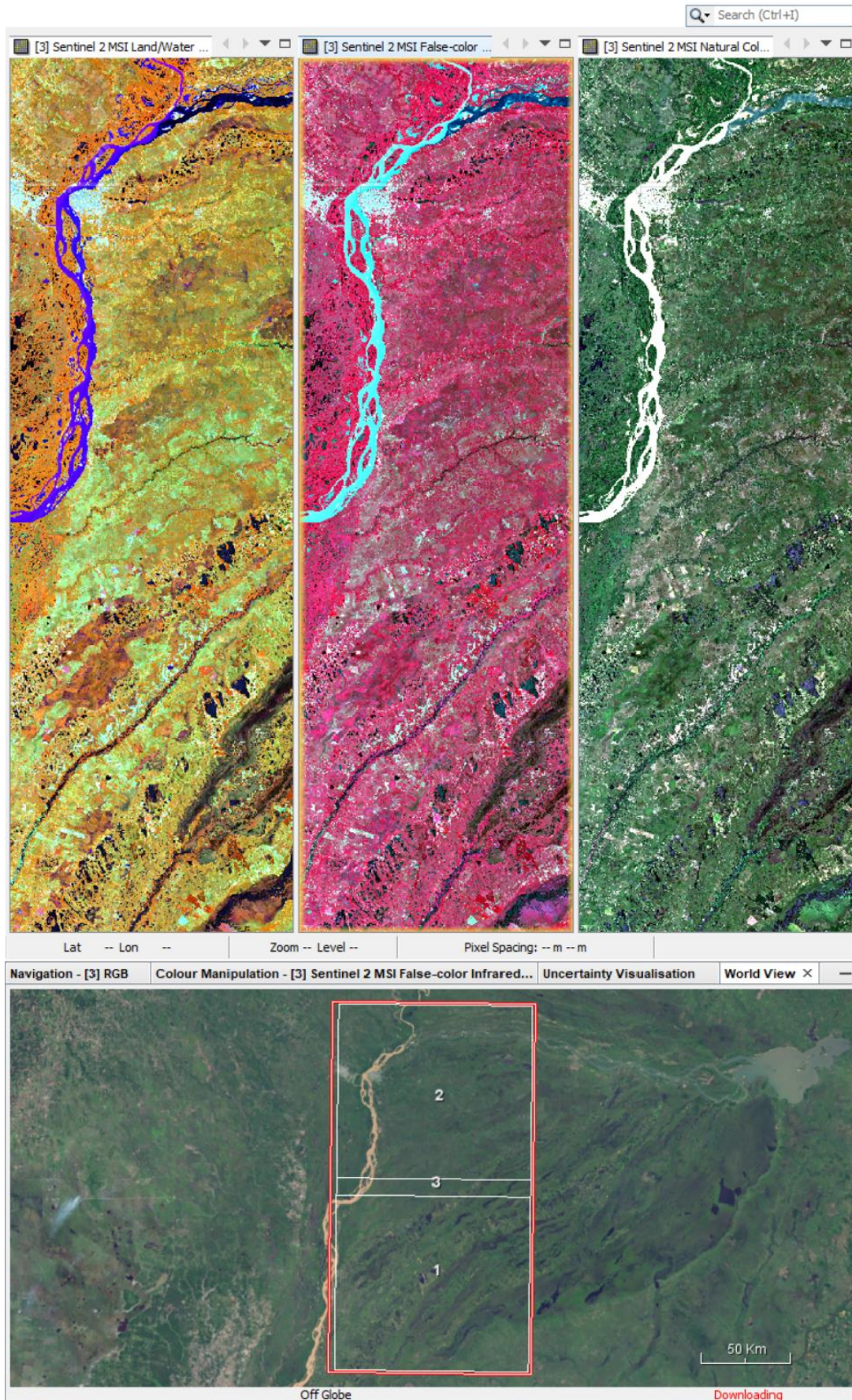
**A.6.33 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
2013 - 2014	291,2	76,1	51,1	38,7	73,2	52,1
		26%	18%	13%	25%	18%
	119,5	39,0	69,5	11,0	0,0	0,0
		33%	58%	9%	0%	0%
	117,4	13,4	37,4	0,0	0,0	66,6
		11%	32%	0%	0%	57%
2014 - 2015	259,9	81,4	87,9	38,7	40,7	11,2
		31%	34%	15%	16%	4%
	130,6	14,6	0,0	76,1	28,1	11,8
		11%	0%	58%	22%	9%
	90,8	23,0	56,5	0,1	11,2	0,0
		25%	62%	0%	12%	0%
2015 - 2016	250,2	0,6	55,4	79,8	104,7	9,7
		0%	22%	32%	42%	4%
	144,7	2,4	51,3	89,0	2,0	0,0
		2%	35%	62%	1%	0%
	131,7	17,3	81,4	15,8	9,1	8,1
		13%	62%	12%	7%	6%
2016 - 2017	182,3	28,6	0,0	0,4	53,7	99,6
		16%	0%	0%	29%	55%
	170,5	97,0	7,0	37,5	13,6	15,4
		57%	4%	22%	8%	9%
	160,3	41,8	0,8	0,1	2,2	115,4
		26%	0%	0%	1%	72%
2017 - 2018	191,7	75,7	9,7	35,4	29,6	41,3
		39%	5%	18%	15%	22%
	161,7	1,5	65,3	64,1	0,8	30,0
		1%	40%	40%	0%	19%
	88,7	4,6	72,1	12,0	0,0	0,0
		5%	81%	14%	0%	0%

**A.6.33 – Continuación.**

Año	P <sub>TOTAL</sub> [mm]	P <sub>Día1</sub> [mm]	P <sub>Día2</sub> [mm]	P <sub>Día3</sub> [mm]	P <sub>Día4</sub> [mm]	P <sub>Día5</sub> [mm]
2018 - 2019	269,1	101,6	97,1	20,9	0,1	49,4
		38%	36%	8%	0%	18%
	166,6	19,8	28,5	32,2	6,0	80,1
		12%	17%	19%	4%	48%
	132,8	2,1	59,3	50,6	20,8	0,0
		2%	45%	38%	16%	0%
2019 - 2020	197,1	21,7	73,7	68,6	21,9	11,2
		11%	37%	35%	11%	6%
	92,3	0,4	84,7	7,2	0,0	0,0
		0%	92%	8%	0%	0%
	91,6	24,0	11,5	0,0	21,3	34,8
		26%	13%	0%	23%	38%
2020 - 2021	98,7	43,8	0,0	0,0	12,2	42,7
		44%	0%	0%	12%	43%
	90,8	4,3	49,7	0,0	10,6	26,2
		5%	55%	0%	12%	29%
	89,1	41,8	15,0	7,5	5,4	19,4
		47%	17%	8%	6%	22%
2021 - 2022	119,2	1,5	46,3	3,9	25,8	41,7
		1%	39%	3%	22%	35%
	110,3	38,6	2,4	17,9	30,6	20,8
		35%	2%	16%	28%	19%
	101,3	0,6	23,5	1,4	55,7	20,1
		1%	23%	1%	55%	20%
Total =		2572%	3235%	1798%	1772%	2323%
		P Día 1	P Día 2	P Día 3	P Día 4	P Día 5
		22%	28%	15%	15%	20%

**A.6.34 – Imágenes del satélite Setinel-2 en sus distintas composiciones RGB, visto en la interfaz del software Sentinels Application Platform (SNAP) y correspondiente al 21 de febrero de 2019.**

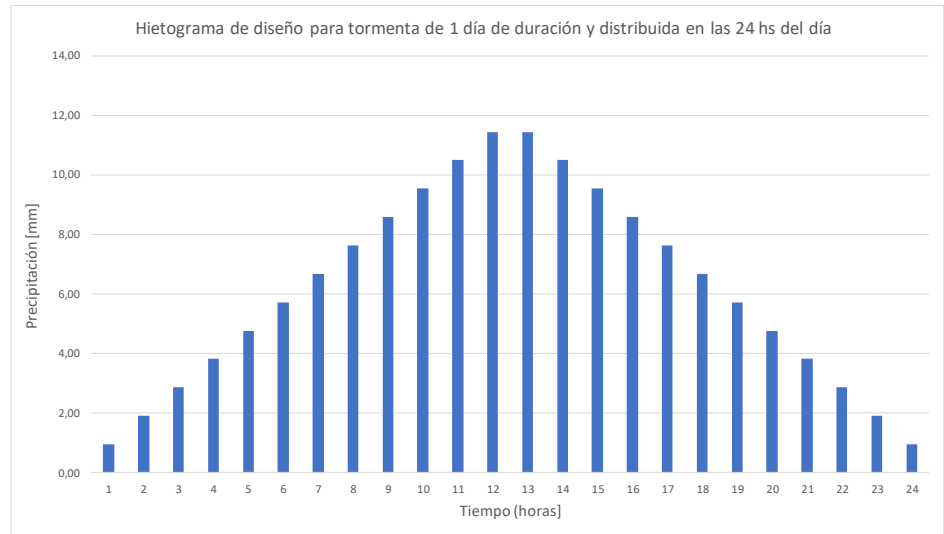


### A.6.35 – Hietogramas de diseño para tormenta de 1 día de duración.

24 hs

Horas	Precipitación [mm]
1	0,95
2	1,91
3	2,86
4	3,82
5	4,77
6	5,72
7	6,68
8	7,63
9	8,59
10	9,54
11	10,49
12	11,45
13	11,45
14	10,49
15	9,54
16	8,59
17	7,63
18	6,68
19	5,72
20	4,77
21	3,82
22	2,86
23	1,91
24	0,95

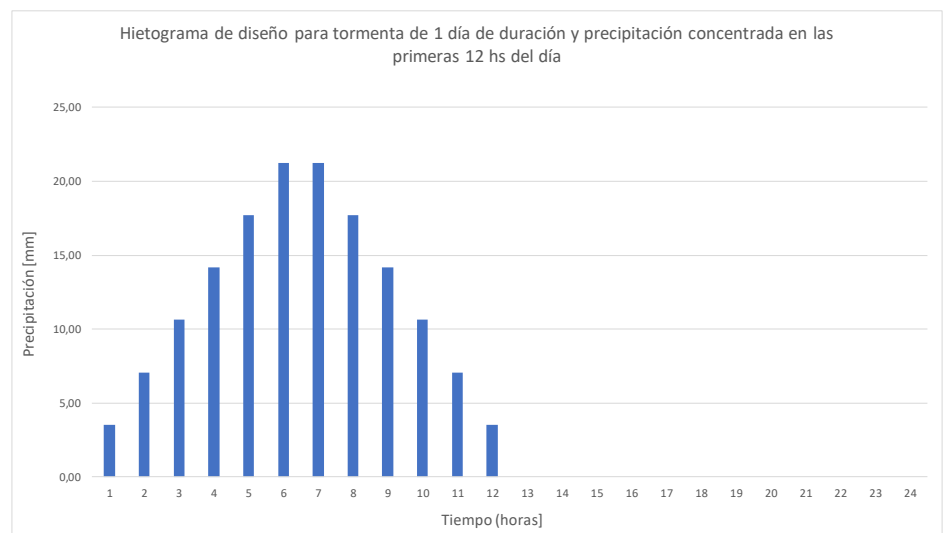
Total = **148,82**



12 hs

Horas	Precipitación [mm]
1	3,54
2	7,09
3	10,63
4	14,17
5	17,72
6	21,26
7	21,26
8	17,72
9	14,17
10	10,63
11	7,09
12	3,54
13	0,00
14	0,00
15	0,00
16	0,00
17	0,00
18	0,00
19	0,00
20	0,00
21	0,00
22	0,00
23	0,00
24	0,00

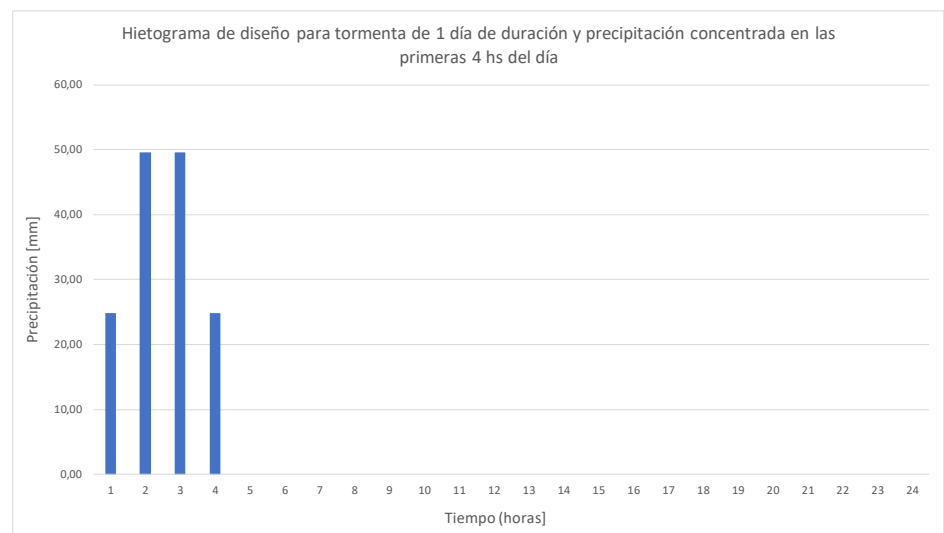
Total = **148,82**



4 hs

Horas	Precipitación [mm]
1	24,80
2	49,61
3	49,61
4	24,80
5	0,00
6	0,00
7	0,00
8	0,00
9	0,00
10	0,00
11	0,00
12	0,00
13	0,00
14	0,00
15	0,00
16	0,00
17	0,00
18	0,00
19	0,00
20	0,00
21	0,00
22	0,00
23	0,00
24	0,00

Total = **148,82**

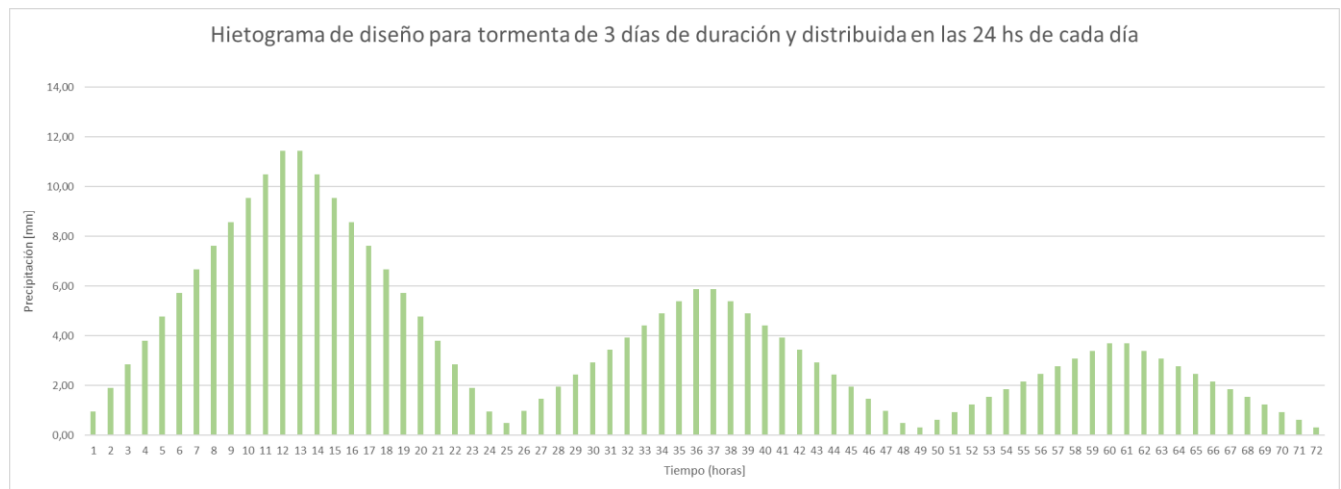


### A.6.36 – Hietogramas de diseño para tormenta de 3 días de duración.

24 hs								
	Horas	Precipitación [mm]		Horas	Precipitación [mm]		Horas	Precipitación [mm]
DÍA 1	1	0,95	DÍA 2	25	0,49	DÍA 3	49	0,31
	2	1,91		26	0,98		50	0,62
	3	2,86		27	1,47		51	0,93
	4	3,82		28	1,97		52	1,24
	5	4,77		29	2,46		53	1,55
	6	5,72		30	2,95		54	1,86
	7	6,68		31	3,44		55	2,16
	8	7,63		32	3,93		56	2,47
	9	8,59		33	4,42		57	2,78
	10	9,54		34	4,91		58	3,09
	11	10,49		35	5,40		59	3,40
	12	11,45		36	5,90		60	3,71
	13	11,45		37	5,90		61	3,71
	14	10,49		38	5,40		62	3,40
	15	9,54		39	4,91		63	3,09
	16	8,59		40	4,42		64	2,78
	17	7,63		41	3,93		65	2,47
	18	6,68		42	3,44		66	2,16
	19	5,72		43	2,95		67	1,86
	20	4,77		44	2,46		68	1,55
	21	3,82		45	1,97		69	1,24
	22	2,86		46	1,47		70	0,93
	23	1,91		47	0,98		71	0,62
	24	0,95		48	0,49		72	0,31

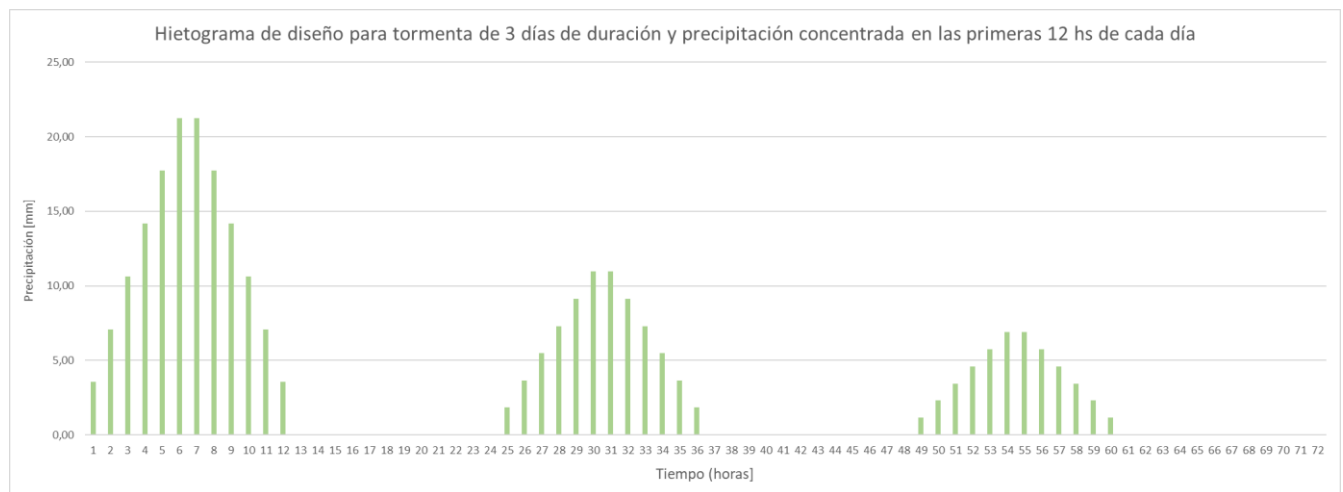
  

Total =	<b>148,82</b>	Total =	<b>76,65</b>	Total =	<b>48,23</b>
---------	---------------	---------	--------------	---------	--------------



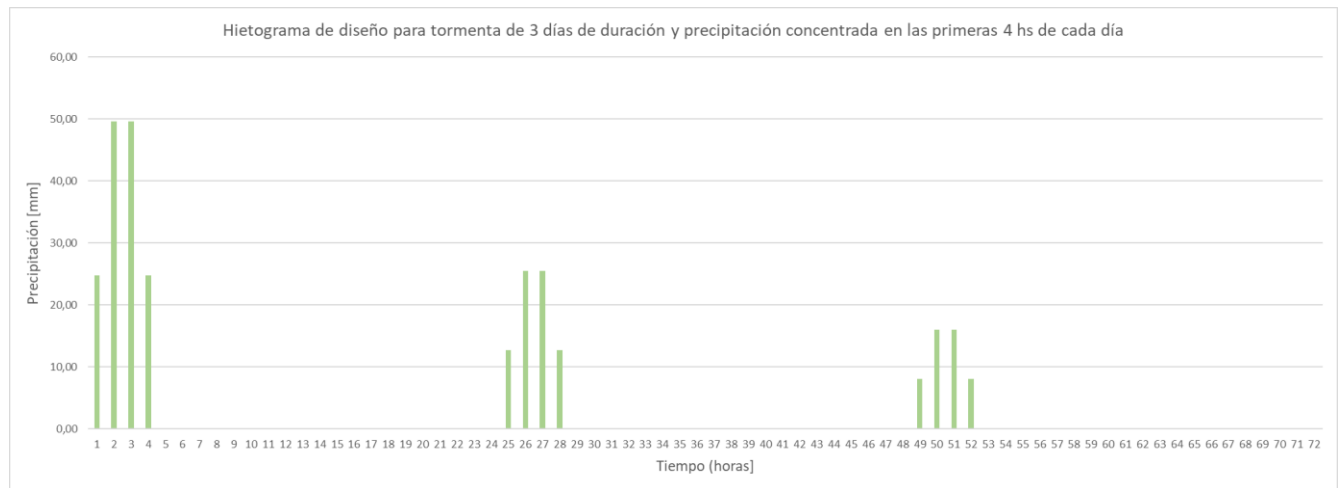
**A.6.36 – Continuación.**

12 hs								
	Horas	Precipitación [mm]		Horas	Precipitación [mm]		Horas	Precipitación [mm]
DÍA 1	1	3,54	DÍA 2	25	1,83	DÍA 3	49	1,15
	2	7,09		26	3,65		50	2,30
	3	10,63		27	5,48		51	3,45
	4	14,17		28	7,30		52	4,59
	5	17,72		29	9,13		53	5,74
	6	21,26		30	10,95		54	6,89
	7	21,26		31	10,95		55	6,89
	8	17,72		32	9,13		56	5,74
	9	14,17		33	7,30		57	4,59
	10	10,63		34	5,48		58	3,45
	11	7,09		35	3,65		59	2,30
	12	3,54		36	1,83		60	1,15
	13	0,00		37	0,00		61	0,00
	14	0,00		38	0,00		62	0,00
	15	0,00		39	0,00		63	0,00
	16	0,00		40	0,00		64	0,00
	17	0,00		41	0,00		65	0,00
	18	0,00		42	0,00		66	0,00
	19	0,00		43	0,00		67	0,00
	20	0,00		44	0,00		68	0,00
	21	0,00		45	0,00		69	0,00
	22	0,00		46	0,00		70	0,00
	23	0,00		47	0,00		71	0,00
	24	0,00		48	0,00		72	0,00
Total =		<b>148,82</b>	Total =		<b>76,65</b>	Total =		<b>48,23</b>



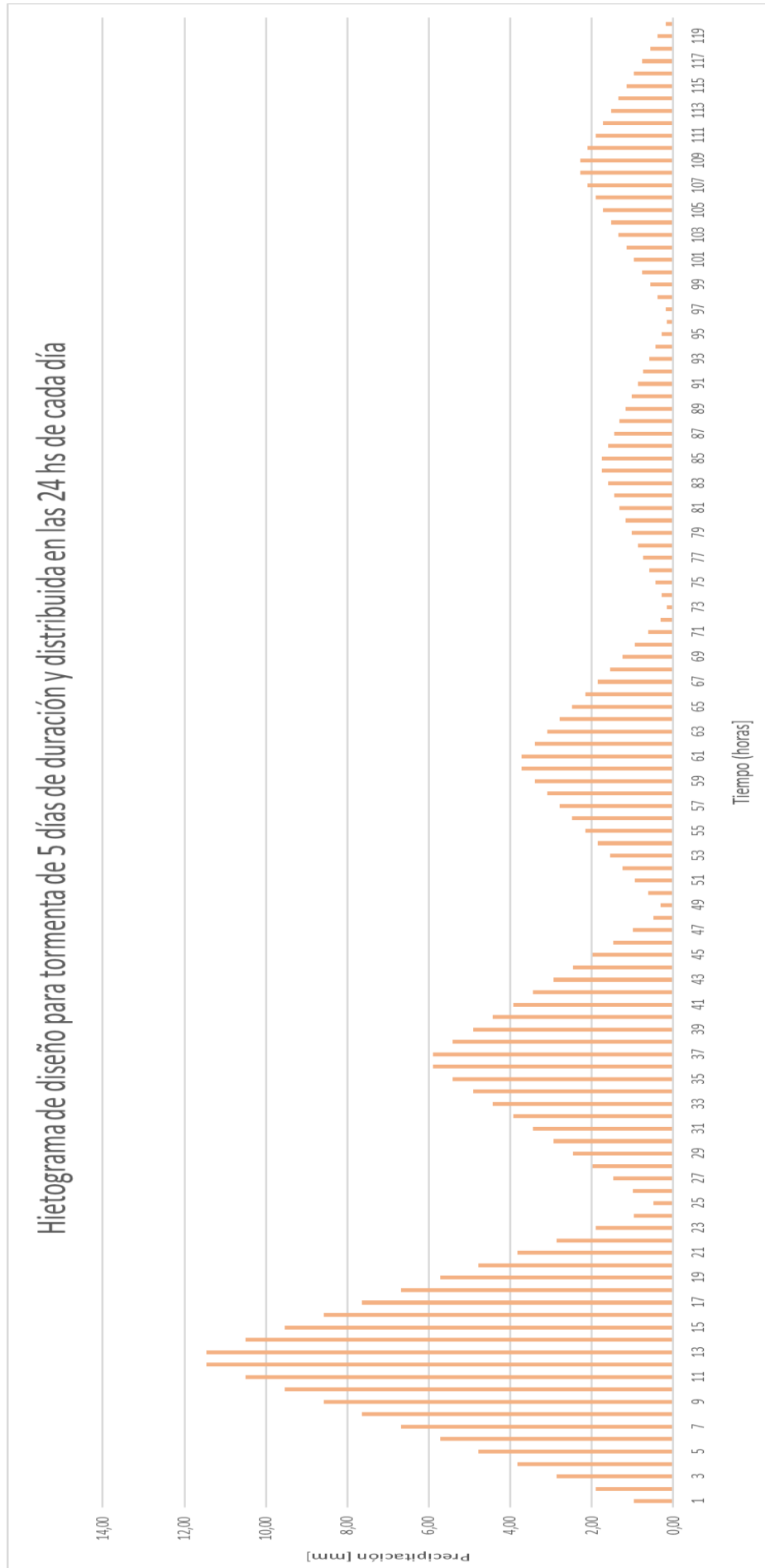
**A.6.36 – Continuación.**

4 hs								
	Horas	Precipitación [mm]		Horas	Precipitación [mm]		Horas	Precipitación [mm]
DÍA 1	1	24,80	DÍA 2	25	12,78	DÍA 3	49	8,04
	2	49,61		26	25,55		50	16,08
	3	49,61		27	25,55		51	16,08
	4	24,80		28	12,78		52	8,04
	5	0,00		29	0,00		53	0,00
	6	0,00		30	0,00		54	0,00
	7	0,00		31	0,00		55	0,00
	8	0,00		32	0,00		56	0,00
	9	0,00		33	0,00		57	0,00
	10	0,00		34	0,00		58	0,00
	11	0,00		35	0,00		59	0,00
	12	0,00		36	0,00		60	0,00
	13	0,00		37	0,00		61	0,00
	14	0,00		38	0,00		62	0,00
	15	0,00		39	0,00		63	0,00
	16	0,00		40	0,00		64	0,00
	17	0,00		41	0,00		65	0,00
	18	0,00		42	0,00		66	0,00
	19	0,00		43	0,00		67	0,00
	20	0,00		44	0,00		68	0,00
	21	0,00		45	0,00		69	0,00
	22	0,00		46	0,00		70	0,00
	23	0,00		47	0,00		71	0,00
	24	0,00		48	0,00		72	0,00
Total =		<b>148,82</b>	Total =		<b>76,65</b>	Total =		<b>48,23</b>

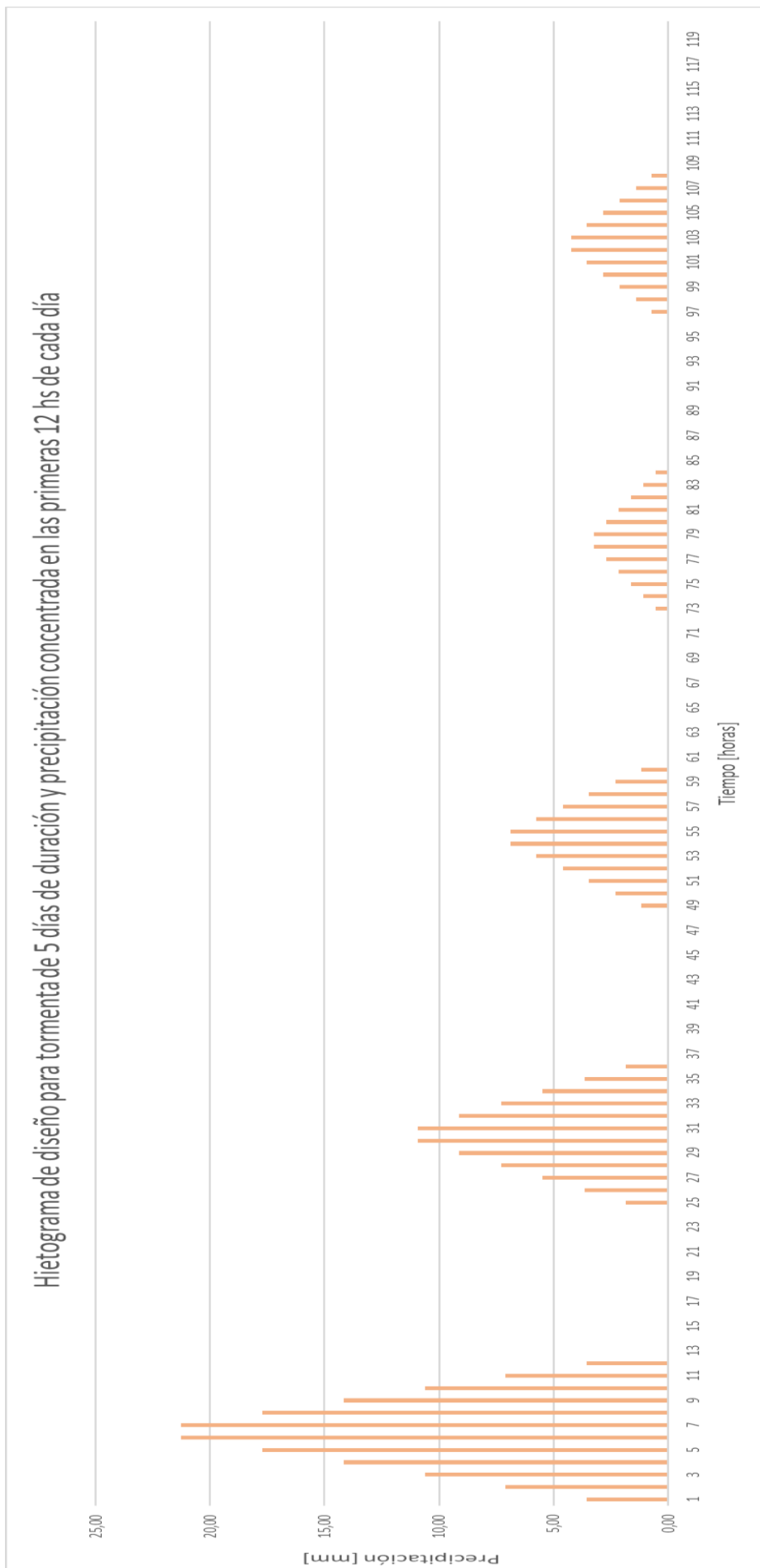


**A.6.37 – Hietogramas de diseño para tormenta de 5 días de duración.**

24 hs		DÍA 1		DÍA 2		DÍA 3		DÍA 4		DÍA 5		Total =	
Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Total =	
1	0,95	25	0,49	49	0,31	73	0,15	97	0,19				
2	1,91	26	0,98	50	0,62	74	0,29	98	0,38				
3	2,86	27	1,47	51	0,93	75	0,44	99	0,57				
4	3,82	28	1,97	52	1,24	76	0,58	100	0,76				
5	4,77	29	2,46	53	1,55	77	0,73	101	0,95				
6	5,72	30	2,95	54	1,86	78	0,87	102	1,14				
7	6,68	31	3,44	55	2,16	79	1,02	103	1,33				
8	7,63	32	3,93	56	2,47	80	1,16	104	1,52				
9	8,59	33	4,42	57	2,78	81	1,31	105	1,72				
10	9,54	34	4,91	58	3,09	82	1,45	106	1,91				
11	10,49	35	5,40	59	3,40	83	1,60	107	2,10				
12	11,45	36	5,90	60	3,71	84	1,75	108	2,29				
13	11,45	37	5,90	61	3,71	85	1,75	109	2,29				
14	10,49	38	5,40	62	3,40	86	1,60	110	2,10				
15	9,54	39	4,91	63	3,09	87	1,45	111	1,91				
16	8,59	40	4,42	64	2,78	88	1,31	112	1,72				
17	7,63	41	3,93	65	2,47	89	1,16	113	1,52				
18	6,68	42	3,44	66	2,16	90	1,02	114	1,33				
19	5,72	43	2,95	67	1,86	91	0,87	115	1,14				
20	4,77	44	2,46	68	1,55	92	0,73	116	0,95				
21	3,82	45	1,97	69	1,24	93	0,58	117	0,76				
22	2,86	46	1,47	70	0,93	94	0,44	118	0,57				
23	1,91	47	0,98	71	0,62	95	0,29	119	0,38				
24	0,95	48	0,49	72	0,31	96	0,15	120	0,19				
Total =		76,65		48,23		22,69		29,73		148,82		Total =	

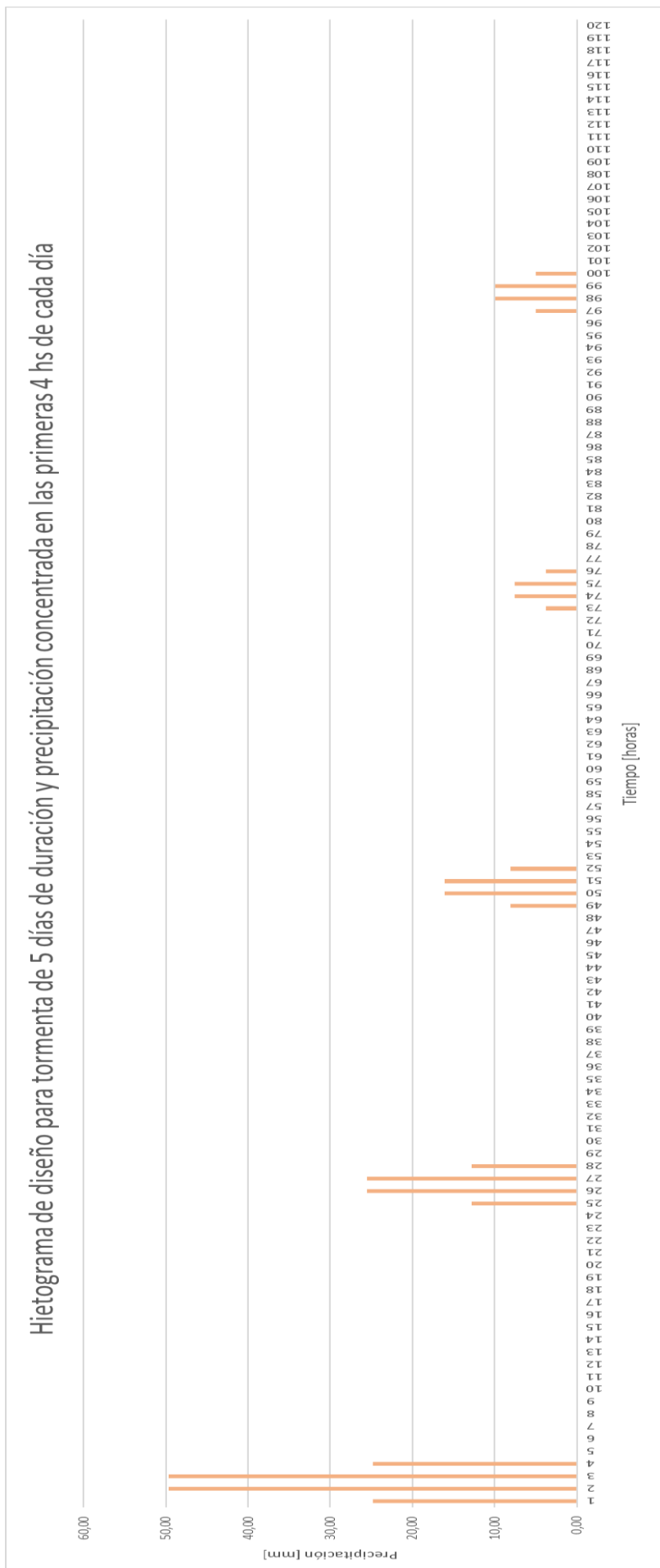




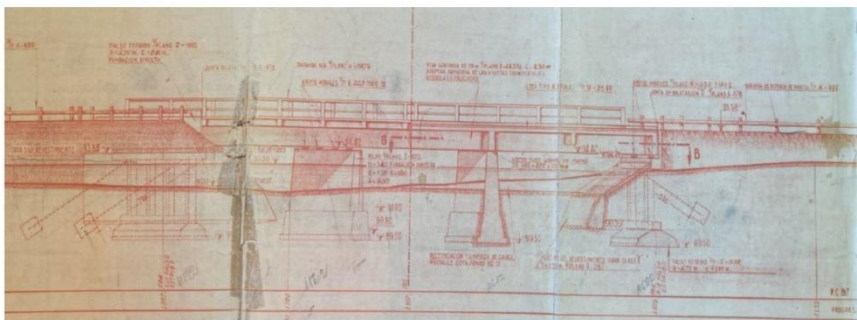
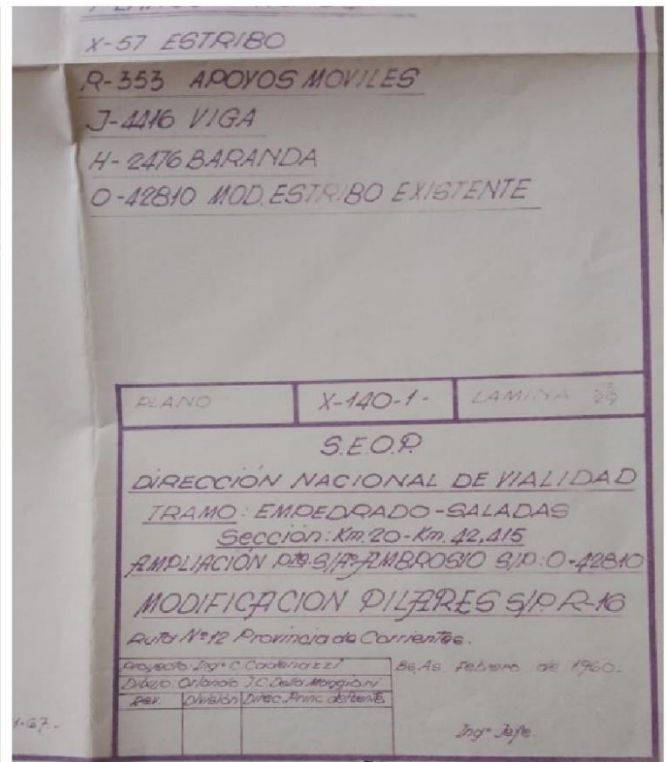
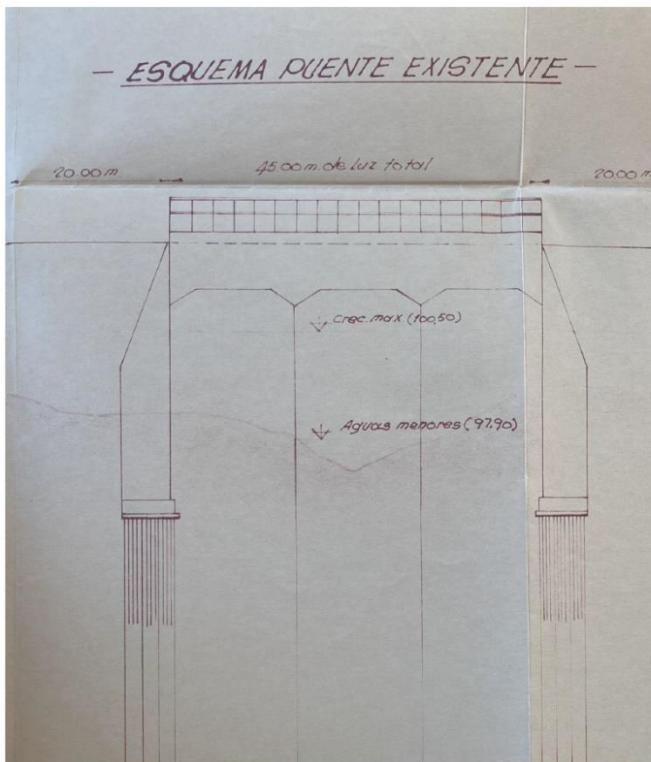
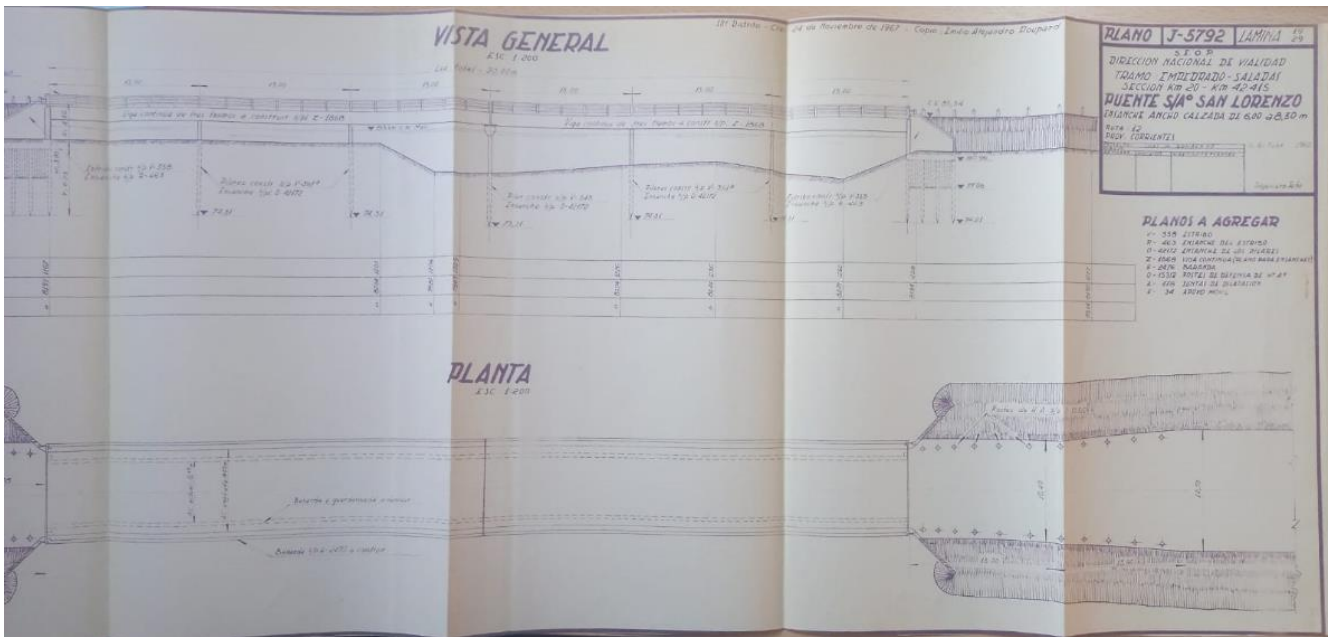


**A.6.37 – Continuación.**

4 hs		DÍA 1		DÍA 2		DÍA 3		DÍA 4		DÍA 5		Total =
Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	Horas	Precipitación [mm]	
1	24,80	25	12,78	49	8,04	73	3,78	73	3,78	97	4,96	Total = <b>29,73</b>
2	49,61	26	25,55	50	16,08	74	7,56	74	7,56	98	9,91	
3	49,61	27	25,55	51	16,08	75	7,56	75	7,56	99	9,91	
4	24,80	28	12,78	52	8,04	76	3,78	76	3,78	100	4,96	
5	0,00	29	0,00	53	0,00	77	0,00	77	0,00	101	0,00	
6	0,00	30	0,00	54	0,00	78	0,00	78	0,00	102	0,00	
7	0,00	31	0,00	55	0,00	79	0,00	79	0,00	103	0,00	
8	0,00	32	0,00	56	0,00	80	0,00	80	0,00	104	0,00	
9	0,00	33	0,00	57	0,00	81	0,00	81	0,00	105	0,00	
10	0,00	34	0,00	58	0,00	82	0,00	82	0,00	106	0,00	
11	0,00	35	0,00	59	0,00	83	0,00	83	0,00	107	0,00	
12	0,00	36	0,00	60	0,00	84	0,00	84	0,00	108	0,00	
13	0,00	37	0,00	61	0,00	85	0,00	85	0,00	109	0,00	
14	0,00	38	0,00	62	0,00	86	0,00	86	0,00	110	0,00	
15	0,00	39	0,00	63	0,00	87	0,00	87	0,00	111	0,00	
16	0,00	40	0,00	64	0,00	88	0,00	88	0,00	112	0,00	
17	0,00	41	0,00	65	0,00	89	0,00	89	0,00	113	0,00	
18	0,00	42	0,00	66	0,00	90	0,00	90	0,00	114	0,00	
19	0,00	43	0,00	67	0,00	91	0,00	91	0,00	115	0,00	
20	0,00	44	0,00	68	0,00	92	0,00	92	0,00	116	0,00	
21	0,00	45	0,00	69	0,00	93	0,00	93	0,00	117	0,00	
22	0,00	46	0,00	70	0,00	94	0,00	94	0,00	118	0,00	
23	0,00	47	0,00	71	0,00	95	0,00	95	0,00	119	0,00	
24	0,00	48	0,00	72	0,00	96	0,00	96	0,00	120	0,00	
		Total = <b>148,82</b>		Total = <b>76,65</b>		Total = <b>48,23</b>		Total = <b>22,69</b>		Total = <b>29,73</b>		



**A.6.38 – Recopiliación de planos de secciones y estructuras de los puentes del tramo.**



- *AGRADECIMIENTOS.*

*Los autores del presente trabajo expresan su profundo agradecimiento a aquellas personas y entidades que colaboraron con material útil para el desarrollo del mismo, además de aquellas que brindaron su apoyo para que esto sea posible.*

*A los docentes de la Cátedra, Ing. Alejandro Salgado, Ing. Alejandro Ruberto e Ing. Carlos Depettris, a los tutores, Ing. Hugo Rohrmann e Ing. Rolando Biain, a los profesionales, Ing. Agr. Diego Ybarra (INTA), Ing. Ileana Masara (ICAA), Ing. Julián Setrini (DNV), Ing. Victor Wentel (DNV), Ing. Alejandro Correa (DNV), y a los familiares, amigos y compañeros.*