

rellenos y banquetas utilizando los productos excavados, y todo otro trabajo de excavación ó utilización de materiales excavados no incluidos en otro ítem del contrato y necesario para la terminación de la obra de acuerdo con los perfiles e indicaciones de los planos, las especificaciones respectivas y las órdenes de la Inspección.

Incluirá asimismo la conformación, el perfilado y la conservación de taludes, cunetas, banquetas y demás superficies formadas con los productos de la excavación o dejadas al descubierto por las mismas. Asimismo será parte de este ítem todo desbosque, destronque, limpieza y preparación del terreno, en aquéllos sitios en los cuales su pago no esté previsto por ítem separado.

12.2 Clasificación

Toda excavación de materiales llevada a cabo de acuerdo con los requisitos de esta especificación será considerada como "Excavación no clasificada"; esta consistirá en la excavación de todo material encontrado, sin tener en cuenta su naturaleza ni los medios empleados en su remoción.

12.3 Ejecución

Se ejecutarán los trabajos de excavación de forma de obtener una sección transversal terminada de acuerdo con las indicaciones de los planos y órdenes de la Inspección; no se deberá, salvo orden expresa escrita de la Inspección, efectuar excavaciones por debajo de la cota de subrasante proyectada, ni por debajo de las cotas de fondo de desagüe indicadas en los planos; ni se permitirá la extracción de suelos en la zona de la obra excavando una sección transversal mayor a la máxima permitida ni profundizando las cotas de cuneta por debajo de las cotas de desagüe indicada en los planos. La Inspección podrá exigir la reposición de los materiales indebidamente excavados, estando el Contratista obligada a efectuar este trabajo a su exclusiva cuenta y de acuerdo a lo que se especifica en el ítem Terraplenes.

El Contratista deberá notificar a la Inspección, con la antelación suficiente, el comienzo de todo trabajo de excavación, con el objeto de que aquélla realice las mediciones previas necesarias de manera que sea posible determinar posteriormente el volumen excavado.

Las cunetas, zanjas, canales, desagües y demás excavaciones, deberán ejecutarse con anterioridad a los demás trabajos de movimiento de suelos o simultáneamente con éstos.

Durante los trabajos de excavación y formación de terraplenes, la calzada y demás partes de la obra deberán tener asegurado su correcto desagüe en todo el tiempo.

Si a juicio de la Inspección el material a la cota de subrasante no fuera apto, la excavación se profundizará en todo el ancho de la calzada hasta 0,30 m como mínimo por debajo de tal cota de

subrasante proyectada y se rellenará con suelo que satisfaga las condiciones de aptitud, rigiendo para estos trabajos, lo especificado en el ítem Terraplenes.

Todos los materiales aptos, producto de las excavaciones serán utilizados en la medida de lo posible en la conformación de terraplenes, banquinas, rellenos y en todo otro lugar de la obra indicado en los planos u ordenado por la Inspección. Todos los productos de excavación, remoción de pavimentos, tierra sobrante, cordones, que no sean utilizados, serán transportados hasta una distancia máxima de 15 Km. y dispuestos en forma conveniente en los lugares aprobados y ordenados para tal fin, debiendo tener apariencia prolija en su lugar de depósito y no ocasionar perjuicios a terceros.

Será responsabilidad del Contratista el conservar y proteger durante toda la obra el medio ambiente, incluyendo todas las especies vegetales y árboles que se indiquen en el proyecto u ordene la Inspección.

Todos los taludes de desmontes, zanjas y préstamos serán conformados y perfilados con la inclinación y perfiles indicados en los planos o fijados por la Inspección. Si las condiciones lo permiten, deberán redondearse las aristas y disminuir la inclinación de los taludes aún cuando los planos no lo indiquen. Durante toda la construcción de la obra se la protegerá de los efectos de la erosión, socavaciones, derrumbes, etc. por los medios idóneos y necesarios para cada caso, como ser cunetas, zanjas provisorias, entibaciones, etc. Los productos de deslizamientos y derrumbes que se produzcan, deberán removerse y acondicionarse convenientemente en la forma que indique la Inspección.

Todos los préstamos se excavarán con formas regulares y serán conformados y perfilados cuidadosamente para permitir la exacta medición de la excavación. No se deberán realizar excavaciones por debajo de las cotas que se indiquen en los planos o que fije la Inspección. Si se hubiere excavado por debajo de esas cotas indicadas en los planos o fijadas por la Inspección, sin que hubiere mediado orden expresa de la misma, el Contratista estará obligado a reponer a su exclusiva cuenta el material excavado con la densificación que se ordene. No se permitirá excavar préstamos con taludes de inclinación mayor de 45º salvo autorización expresa de la Inspección y en zonas compatibles con la naturaleza del terreno; siendo responsabilidad del Contratista el adoptar los recaudos para garantizar la estabilidad de la obra en correspondencia con tales taludes.

12.4 Equipo

El Contratista deberá disponer en obra de los equipos necesarios para ejecutar los trabajos conforme a las exigencias de calidad especificadas, y en tipo y cantidad suficiente para cumplir con el plan de trabajos.

12.5 Condiciones para la Recepción

PPET PARQUE INDUSTRIAL LAS VARILLAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
C.U.I.T.: 30-71421117-0
BARRIO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL: 03533 - 422150

Página 19

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS

PABLO RIVERANO
ING. CIVIL
M. N. 93004

Los trabajos serán aprobados cuando las mediciones realizadas por la Inspección tales como pendientes, longitudes, cotas y demás condiciones establecidas en las presentes especificaciones se verifiquen dentro de las indicaciones del proyecto y órdenes de la Inspección, con las tolerancias establecidas en las Especificaciones Particulares, en el caso de que éstas se incluyan.

12.6 Medición

Cuando el producto de una determinada excavación se utilice en la formación de terraplenes, banquetas, revestimiento de taludes, recubrimiento de suelo seleccionado, bases, subbases, no se computará el volumen de la misma como excavación. Toda otra excavación realizada en la forma especificada, se computará por medio de secciones transversales y el volumen excavado de calculará por el método de la media de las áreas, expresándose en metros cúbicos.

Una vez efectuada la limpieza del terreno, y luego de finalizada la preparación de la subrasante si correspondiera, se levantarán perfiles transversales que, conformados por la Inspección y el Contratista, servirán de base para la medición final.

Se medirá como excavación a la diferencia entre el volumen total de excavación y el volumen de terraplén correspondiente al perfil tipo de proyecto, multiplicado por el coeficiente de compactación adoptado en el mismo. Se restarán asimismo los volúmenes utilizados en la formación de banquetas, revestimientos de taludes, recubrimientos con suelo seleccionado, bases, subbases, multiplicados por sus respectivos coeficientes de compactación.

EXCAVACIÓN (a medir) = Vol. Exc. - [Vol. Terr. x Coef. c] - [Vol. U (i) x Coef. c (i)]

Donde:

Vol. Exc. = Volumen total de excavaciones computadas según el perfil tipo de obra.

Vol. Terr. = Volumen total de terraplén según el perfil tipo de obra.

Coef. c = Coeficiente de compactación adoptado en el proyecto.

Vol. U(i) = Volumen utilizado en la formación de banquetas, revestimientos, recubrimientos, bases o subbases.

Coef. c(i) = Coeficiente de compactación adoptado en el proyecto para el suelo utilizado en cada capa.

Se medirá asimismo, cuando no se utilice en los lugares mencionados:

1 - Toda excavación por debajo de la rasante de proyecto que haya sido autorizada por la Inspección.

PPET PARQUE INDUSTRIAL LAS VARILLAS

Página 20

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VITILLOSAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Ced. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUI.: 30-73422112-1
BARRIO 60 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 09888 - 422350

HABLO BRESANO
ING. CIVIL
M.A. BRESANO

2 - Todo mayor volumen excavado, resultante de una disminución en la inclinación de los taludes en base a la naturaleza de los suelos, que haya sido autorizada por la Inspección.

Los volúmenes excavados en exceso sobre lo indicado en los planos o lo autorizado por la Inspección, no se medirán ni recibirán pago directo alguno.

12.7 Cómputo y Certificación

El volumen de excavación medido en la forma indicada, salvo indicación en contrario en el Pliego Particular de cada obra, se pagará por metro cúbico (m³) al precio unitario de contrato establecido para el ítem "Excavación no clasificada".

13. ESTRUCTURAS DE CONTROL EN LAGUNAS DE RETARDO (GI)

Comprende este ítem la ejecución de los trabajos y la provisión de los materiales para ejecutar las estructuras de hormigón armado de las obras de ingreso y descarga del reservorio.

Serán de hormigón armado las losas de los ingresos y salidas de reservorios, obras accesorias, cámaras, y todo otro elemento indicado en planos, según los planos de la obra.

Será de aplicación todo lo especificado en el Reglamento CIRSOC 201 "Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de hormigón armado y pretensado" y sus Anexos, con los complementos o eventuales modificaciones establecidas en estas Especificaciones.

De aquí en más toda referencia que se haga al CIRSOC 201 se entenderá que también comprende a los Anexos del mismo.

Se incluyen en este ítem los trabajos de encofrado y apuntalamiento que fueran necesarios realizar, como así también el suministro de los materiales (cemento, áridos grueso y fino, agua, etc.) para la elaboración del hormigón en un todo de acuerdo a la resistencia establecida, el suministro, corte doblado y armado de las armaduras en un todo de acuerdo a lo indicado en los planos, el presente pliego y/o lo que la Inspección indique.

El constructor deberá efectuar una verificación estructural de todos los elementos a ejecutar a través de éste ítem.

Dentro de este ítem se incluyen además:

13.1 Especificaciones Técnicas Generales

Tipos de Hormigones

PPET PARQUE INDUSTRIAL LAS VARILLAS

Página 21


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE ARAVENI
PRESIDENTE
CUFF: 90-71521171-
SARMIENTO 80 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL: 00924 - 433490


PABLO BRESSANO
ING. CIVIL
R.N. 20004

Se utilizarán los siguientes tipos de Hormigones tipificados en el Reglamento CIRSOC 201:

a) Hormigón tipo H-17: Hormigones con Tensión Característica de Rotura (f_{tk}) mayor o igual a 1700 Mpa (170 kg/cm²).

La dosificación de cemento de este material deberá ajustarse a lo que establece el Reglamento CIRSOC 201.

13.2 Materiales Componentes

Todos los materiales utilizados deberán ajustarse a lo establecido en el Reglamento CIRSOC 201.

La relación agua/cemento se ajustará a lo especificado en el Reglamento CIRSOC 201 (apartado 6.6.3.9 Razón agua/cemento máxima especificada por razones de durabilidad o por otros motivos).

El tamaño máximo de los agregados se ajustará a lo especificado en el Reglamento CIRSOC 201 (apartado 6.6.3.6.1 Tamaño máximo de los agregados gruesos), y en ningún caso será mayor a 40 mm.

La curva granulométrica de la mezcla de los áridos que se utilice, se deberá ajustar a lo especificado en el Reglamento CIRSOC 201 (apartado 6.3.2 Composición granulométrica de los agregados).

No se permitirá en ningún caso el empleo de arenas que hayan estado en contacto con aguas que contengan sales solubles o que contengan restos de cloruros o sulfatos, sin antes haberse determinado el contenido de las mencionadas sales.


Los áridos a emplear no deberán contener sustancias que puedan reaccionar desfavorablemente con los álcalis del cemento, se demostrará mediante los ensayos del "método acelerado sudafricano" del NRBI que los agregados no son potencialmente reactivos (reacción alcali - agregado).

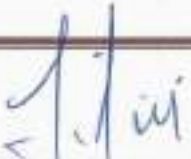
Si se utilizan áridos de distinta procedencia, deberán preverse zonas separadas para su acopio, a fin de evitar su mezclado.

Igual criterio se seguirá para el acopio del cemento. No se permitirá la mezcla de cementos de distinta procedencia y/o partida para la elaboración de un mismo pastón.

Se deberá prestar especial atención al hormigonado cuando se realiza en condiciones climáticas extremas; para lo cual deberán seguirse las indicaciones contenidas en el Capítulo 11 "Hormigonado en tiempo frío y en tiempo caluroso" del Reglamento CIRSOC 201.

El constructor deberá proveer toda el agua necesaria para la elaboración de los morteros y los hormigones, y para su posterior curado. El agua de amasado, curado y para lavado de agregados,


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdo. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150

cumplirá las condiciones establecidas en el Reglamento CIRSOC 201 (apartado 6.5 agua para morteros y hormigones de cemento portland).

Los trabajos de hormigonado entre juntas serán absolutamente continuos en el tiempo, debiendo el constructor adoptar las medidas correspondientes a tal fin.

13.3 Hormigón Elaborado

Para los casos en que el comitente quisiera utilizar hormigón elaborado en planta externa, el hormigón provisto deberá cumplir, además de lo especificado para los hormigones ejecutados "in-situ", con lo establecido en la norma IRAM 1666, partes I, II y III.

Cuando se utilicen hormigones elaborados en planta externa, el transporte de los pastones será realizado únicamente con equipos mezcladores. En ningún caso, el tiempo de transporte superará a 1 1/2 horas.

El hormigón deberá vibrarse cuidadosamente de modo de evitar la aparición de "nidos de abeja" y otras imperfecciones, dado que esos sectores serán rechazados, debiendo rehacerse a cuenta del contratista.

Excepto en las interrupciones formadas por la junta de construcción, todo el hormigón que se vaya a colocar en moldes (encofrados), debe colocarse en capas continuas aproximadamente horizontales, cuyo espesor será del orden de 50 cm (cincuenta centímetros). El hormigón debe considerarse a la mayor densidad posible, de manera que no contenga acumulaciones de agregado grueso ni hueco y que quede aprisionado en contacto con los moldes.

La consolidación del hormigón fresco de las estructuras se hará mediante vibradores eléctricos o neumáticos del tipo de inmersión con velocidad de 7000 RPM.

13.4 Encofrados

Las maderas para encofrados que ingresen al Obrador, serán nuevas, sin uso previo y del tipo estacionada, con linealidad y espesores logrados por cepillado.

El montaje de los tableros para encofrados, se realizará con esquineros a 45 grados de 30 mm en el canto mojado.

El alabeo y la cuadratura de los paños, serán mantenidos durante los procesos de montaje y de construcción, dentro de la tolerancia de 5 mm (diferencia entre diagonales). La verticalidad se tolerará al 0,50% y la linealidad será lograda con tablas a tope.

Para asegurar la estanqueidad en las lechadas, la luz de las juntas entre tablas o entre tableros, no superará a 1/300 del ancho nominal de las tablas que se utilicen para fondos de vigas y losas. En paños de laterales, esta magnitud podrá aumentarse a 1 mm.


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLESES


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 90-73422117-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03583 - 422150

En hormigones a la vista, las juntas serán con cantos cepillados. En estos casos, previamente se pintará con desmoldante a la superficie mojada.

13.5 Armaduras

Los ítems de hormigón armado, comprenden el suministro del acero, la mano de obra, todos los materiales y equipos necesarios para la colocación de las armaduras en las estructuras a hormigonar.

Será de aplicación todo lo especificado en el Reglamento CIRSOC 201 y sus Anexos, con los complementos o eventuales modificaciones establecidas en estas Especificaciones.

Todas las armaduras estructurales, se ejecutarán con barras de acero conformado de dureza natural, (IRAM ADN 420). Las uniones entre, barras se realizarán con ataduras de alambre recocido.

Previo al llenado, todas las barras se limpiarán de elementos extraños, que puedan afectar su adherencia.

Las partes, que deban fabricarse fuera del encofrado, no serán armadas en contacto con el suelo.

Tampoco se permitirá el contacto de las barras, con piezas metálicas de otro material que no sea acero.

El recubrimiento de hormigón sobre acero será de 2.5 cm en general, 2 cm para elementos tipo losa, 2 cm para elementos prefabricados y 4 cm para elementos en contactos con el suelo. Estos recubrimientos se lograrán mediante separadores; a este fin no se podrán utilizar trozos de madera ni de ladrillos, como así tampoco despuntes de acero o recortes de caños.

El doblado de las barras se hará en frío. Se tendrá especial cuidado de hacer el empalme de barra en zonas que no coincidan con solicitaciones máximas; asimismo, no se podrá hacer coincidir el empalme de barras en la misma sección. Todas las barras de armaduras se colocarán en su posición exacta, según los planos y se mantendrán firmemente aseguradas durante la colocación y compactación del hormigón.

Las barras serán atadas entre sí en las intersecciones y las distancias de los moldes y entre las capas de armadura se mantendrán por medio de tirantes, bloque de mortero premoldeado, tensores, barras de suspensión y otros dispositivos apropiados.

13.6 Cómputo y Certificación

Se computará y certificará el ítem de manera global (GI).



PABLO BRESSANO
ING. CIVIL
M. N. BUENOS AIRES

PPET PARQUE INDUSTRIAL LAS VARILLAS

Página 24



ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERENSES



PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE M. MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422113-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03583 - 422150

MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO

Contenidos

Introducción.....	4
Caracterización de la zona en estudio.....	5
Geomorfología.....	5
Clima.....	5
Suelos.....	6
Vegetación.....	6
Cuencas de Aporte.....	7
Delimitación de las Áreas de Aporte.....	7
Análisis de escurrimiento del Área de Aporte.....	12
Determinación de precipitación de diseño.....	14
Información disponible y obtención de las curvas i-d-f.....	16
Determinación de caudales para la situación actual.....	20
Determinación del histograma de diseño.....	23
Modelación con Modelo de Transferencia tipo Hidrograma Unitario SCS.....	25
Determinación de caudales para la situación futura.....	28
Modelación con empleo de modelos computacionales (HEC – HMS).....	31
Modelo de transferencia tipo SCS.....	32
Resultados obtenidos:.....	34
Proyecto y Verificación de Reservorio.....	35
Evaluación de Atenuación del Reservorio.....	42
Resumen de Resultados obtenidos.....	42
Verificaciones Hidráulicas.....	42
1- Verificación Vial Hidráulica: Calles Críticas.....	45
2 – Canal de Descarga.....	50
3 – Verificación Canal Existente.....	52
Conclusiones.....	54

Código Único de Verificación
0970129583930047



VISADO DIGITAL NO PRESENCIAL

Expediente Técnico N° 1-129941
Fecha de Vizado: 30/08/2021

Marcela Stritzke
Ing. Civil
MP 4810
visadora

Firmado digitalmente por
STRITZKE Marcela
Alejandra
Fecha: 2021.09.01
09:35:11 -03'00'

PABLO STRITZKE
ING. CIVIL
N.º 48084

Este vizado es válido en el marco de la Resolución N° 287020 de Junta Directiva y tiene validez en el entorno digital. Si fuera necesario presentarlo en formato papel, el profesional interesado deberá mostrar su firma legible sobre la copia impresa para ratificar su responsabilidad. Para más de la actualidad de la presente Planilla de Verificación de Aporte debe ingresar al Código Único de Verificación en www.civiles.org.ar o acceder al 100go QR.

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILENSES

PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdo. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUPI: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422130

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Geomorfología de los suelos de Córdoba. 5

Figura 2: Precipitación media anual (Cba) 5

Figura 3: Grandes ambientes geológicos de la Provincia de Córdoba 6

Figura 4: Tipos de vegetación de la Provincia de Córdoba. 6

Figura 5: Imagen Landsat de la zona de estudio. 7

Figura 6: Imagen satelital de la ciudad de Las Varillas, incluyendo principales canalizaciones existentes. 8

Figura 7: Modelo de elevaciones de zona de estudio. 9

Figura 8: Determinación de direcciones de flujo. 10

Figura 9: Cuenca externa al emprendimiento. 11

Figura 10: Detalle salida propuesta. 12

Figura 11: Área de aporte y punto de salida dentro de la parcela. 13

Figura 12: Pluviógrafos Base y sus áreas de influencia (SSRH). 17

Figura 13: Pluviómetros que cuentan con registros (SSRH). 18

Figura 14: Curvas i-d-f Estación Alicia. 19

Figura 15: Precipitaciones y volúmenes acumulados en una tormenta de intensidad constante 21

Figura 16: Hietogramas de diseño. 25

Figura 17: a) hidrograma adimensional del SCS; b) hidrograma unitario triangular. Fuente: Chow et al. 1994. 26

Figura 18: Hidrograma obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR = 5 años. 27

Figura 19: Hidrograma obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR=100 años. 28

Figura 20: Subcuencas futuras. 29

Figura 21: Esquema de modelación con HEC-HMS sin regulación. 32

Figura 22: Hidrograma de Descarga futura sin regulación obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR = 5 años. 33

Figura 23: Hidrograma de Descarga futura sin regulación obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR=100 años. 34

Figura 24: Detalle de reservorio propuesto. 35

Figura 25: Datos necesarios para modelar alcantarillas con Hy-8 para Descargador de fondo. 37

Figura 26: Vista Frontal de la Obra de Descarga para Descargador de fondo. 38

Figura 27: Esquema de modelación con HEC-HMS para sistema con reservorio. 40

Figura 28: Hidrograma obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR = 5 años. 41

Figura 29: Hidrograma obtenido utilizando el método de transferencia tipo SCS para TR=100 años. 41

Figura 30: Ecurrimientos principales y calles a verificar. 43

Figura 31: Vista del emprendimiento desde extremo norte. 44

Figura 32: Vista de emprendimiento desde el centro. 44

Figura 33: Sección Tipo de Calle. 47

Figura 34: Resultados de modelación de Calle Pública 1. Perfil Longitudinal. 47

Figura 35: Resultados de modelación de Calle Pública 1. Perfil Transversal. 48

Figura 36: Resultados de modelación de Calle Pública 6. Perfil longitudinal. 48

Figura 37: Resultados de modelación de Calle Pública 6. Perfil Transversal. 48

Figura 38: Resultados de modelación de Calle Pública 10. Perfil longitudinal. 49

Figura 39: Resultados de modelación de Calle Pública 10. Perfil Transversal. 49

Figura 40: Camino perdido colindante con loteo. 50

Figura 41: Sección de canal proyectado sobre camino público. 51

Figura 42: Resultado modelación para canal de descarga. Perfil Longitudinal. 51

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL ABAS VARILLESES


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS
 Cdr. JORGE
 SARMIENTO
 CUIT: 20.123.456.789
 3- CBA.
 TEL: 03532-456789


 PABLO
 S.A. BUENOS AIRES

Figura 43: Resultado modelación para canal de descarga. Perfil Transversal.	51
Figura 44: Vista hacia aguas debajo de cuneta R.P. N° 13.	52
Figura 45: Resultado Modelación Canal Noroeste LV. Perfil longitudinal.	53
Figura 46: Resultado Modelación Canal Noroeste LV. Perfil Transversal.	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros del Modelo DIT.	16
Tabla 2: Parámetros estadísticos de Estación Alicia.	19
Tabla 3: Parámetros Modelo DIT para Estación Alicia.	19
Tabla 4: Curvas i-d-f de la estación Alicia.	19
Tabla 5: Distribución de precipitaciones Estación Alicia.	20
Tabla 6: Determinación de CN de la cuenca.	22
Tabla 7: Tiempo de concentración para cuenca en estado natural.	23
Tabla 8: Histogramas de diseño.	24
Tabla 9: Caudales obtenidos por Hidrograma Unitario SCS para el estado actual.	27
Tabla 10: Tiempo de concentración.	30
Tabla 11: Modificaciones de uso de suelo en situación futura.	30
Tabla 12: Determinación de CN para subcuencas en estado futuro.	31
Tabla 13: Caudales de Descarga futura sin regulación obtenidos por Hidrograma Unitario SCS para estado futuro	33
Tabla 14: Caudales obtenidos y adoptados en situación futura.	34
Tabla 15: Curva H-A para Reservorio.	36
Tabla 16: Curva H-Q para Descargador de fondo.	38
Tabla 17: Coeficiente Cw para cálculo de descarga de vertederos.	39
Tabla 18: Cálculo de curva H-Q de obra compuesta de salida.	39
Tabla 19: Caudales obtenidos por Hidrograma Unitario SCS para estado futuro.	40
Tabla 20: Caudales adoptados para situación actual y futura.	42
Tabla 21: Datos sobre calles a verificar.	46
Tabla 22: Salida Modelo para Calles críticas	49
Tabla 23: Salida Modelo para canal de descarga.	51

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 30-71422132-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL: 03922 - 422190


 PABLO TRAVERSO
 ING. CIVIL
 U.N. MARDEL PLATA

Introducción

Se realiza la presente memoria técnica de cálculo a los fines de verificar el Sistema para el Parque Industrial y Tecnológico de Las Varillas. En el mismo se realiza una presentación de las condiciones generales de la zona donde se asienta el emprendimiento, pretendiendo ir desde lo general hacia lo particular.

Una vez caracterizada la zona de estudio se procede a la determinación de las cuencas de aporte al sistema, y se obtienen los parámetros físicos de las mismas, los que serán de utilidad para la determinación de los caudales de aporte al sistema. Para la realización de la misma se decidió emplear el método en vigencia por la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación de la Provincia de Córdoba. A su vez, se detallan también criterios adoptados y modelos utilizados. Las condiciones de modelación se basan en el criterio correspondiente a que la nueva urbanización no provoque excesos de escurrimientos fuera de esta. Para ello se determinaron caudales en situación actual y futura, ambos escenarios para recurrencias de 5 y 100 años, tiempos de retorno que se corresponden con las funciones básica y complementaria definidas por la Secretaría de Recursos Hídricos.

Con los valores de caudal para ambos escenarios se plantea el sistema de escurrimientos internos esperado, aprovechando los elementos y obras de arte existentes, y en caso de ser necesario, las obras de regulación y descarga propuestas. De esta manera, se busca que el caudal máximo erogado con la urbanización no afecte a la zona circundante, con las conducciones y regulaciones propuestas.

Teniendo como dato el valor de los caudales máximos para situación futura es posible también modelar las calles internas, y realizar su verificación, la cual se cumple en caso de quedar comprendida la crecida de TR=5 años dentro de la calzada, y para el caso de la crecida de TR=100 años, dentro del área de calle; siendo necesario en el caso de no cumplimentarse ello la adopción de una cota de fundación por encima de la crecida de diseño.

Cabe especial mención la necesidad de mantenimiento y limpieza del sistema, tanto de calzadas, veredas, badenes, canales y obras de ingreso y salida, lagunas de retención, etc, para favorecer el buen desempeño del sistema en su conjunto, evitar anegamientos y consecuencias por taponamientos, obstrucciones, etc.

Las Varillas – Agosto de 2021



ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLENSES



PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE A. LINARES
PRESIDENTE
C.U.P.: 30-21-42212-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150



PABLO BRENES
ING. CIVIL
M. N. 2006/2

Caracterización de la zona en estudio

Geomorfología

La zona en estudio se encuentra dentro de lo que se conoce como la Pampa Loessica Plana, la cual constituye la parte central de la llanura cordobesa. Los materiales predominantes son de naturaleza eólica (Loessicos), a los que se asocian materiales pélticos en las áreas deprimidas y areno-gravosos en las fajas fluviales. El relieve es marcadamente plano, con pendientes regionales hacia el Este, que no superan el 0,5% de gradiente. Se destacan, los derrames de los ríos Suquia, Xanaes y Ctalamochita, cuyas actividades han modificado la homogeneidad de los materiales, que varían desde arenosos en paleocauces a limosos en las planicies de inundación.

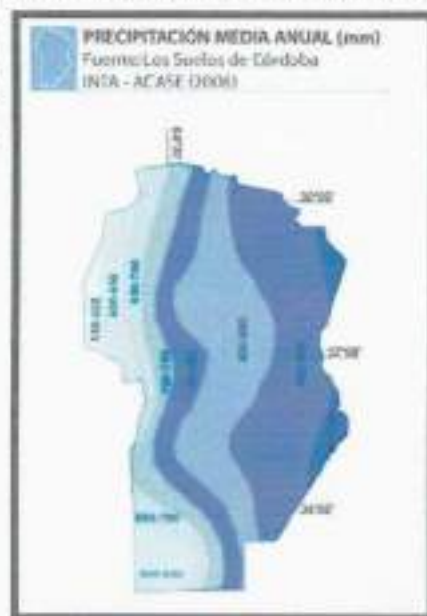
Figura 1: Geomorfología de los suelos de Córdoba.



Clima

Se trata de un clima templado con estación seca en invierno. En esta región se destacan las amplitudes térmicas elevadas considerando las máximas 45°C y mínimas -8°C absolutas observadas. El periodo lluvioso se extiende de octubre a marzo (850-900 mm de precipitación media anual). La evapotranspiración potencial supera los 850 mm anuales, causando la existencia de períodos con deficiencia de agua edáfica. Las heladas ocurren entre los meses de mayo y septiembre.

Figura 2: Precipitación media anual (Cba)



Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERAS

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 30-71422112-0
 BARRIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL. 03599 - 888390


 PABLO RODRIGUEZ
 ING. CIVIL
 M.P. 80886

Suelos

La naturaleza general de los suelos está determinada principalmente por el clima, estableciéndose diferencias de tipo en función del relieve y de los materiales parentales. Los suelos de las lomadas de drenaje libre o interfluvios, suelos en equilibrio con las condiciones climáticas imperantes, corresponden a los de una llanura loésica sub húmeda a semi-árida con temperaturas templadas a cálidas y precipitaciones que, aunque de carácter errático, ocurren generalmente en la estación de crecimiento de los cultivos. Todos estos suelos se han desarrollado a partir de sedimentos eólicos muy ricos en limos y de una gran uniformidad, pero los ríos Suquía, Xanaes, y Ctalamochita, que aguas arriba discurren por

cauces bien definidos, a determinada altura comienzan a divagar por la llanura, efectuando continuos cambios de cauce y generando depósitos típicos de "derrame", con intercalaciones de materiales gruesos y retrabajo de los limos originales.

Las tierras de la región presentan una larga historia de uso agrícola, con creciente importancia de sistemas de producción agrícola puros, los que desencadenan procesos de erosión hídrica.

Las cuencas son extensas, poco definidas, como corresponde a estas llanuras, por lo que eventualmente los caminos funcionan como colectores de escurrimientos hídricos, causando serios problemas de transitabilidad y generando riesgos de inundaciones en muchas localidades.



Figura 3: Grandes ambientes geológicas de la Provincia de Córdoba

Vegetación

La zona en estudio se encuentra dentro de la región conocida como "Estepa Pampeana". Actualmente, tanto la vegetación leñosa como las comunidades herbáceas naturales y seminaturales, han sido casi totalmente transformadas en campos de cultivo y tierras de pastoreo. En el Norte de la Pampa Loessica Plana, se observan todavía algunos bosques de quebracho blanco, individuos aislados de palma, mucho más abundante en el Norte y Oeste de la Provincia. Hacia el Sur, la riqueza de especies arbóreas y arbustivas disminuye y los escasos fragmentos de bosques que aún persisten están dominados por Algarrobos, tala, peje o sombra de toro y chañar, entre otras.

Figura 4: Tipos de vegetación de la Provincia de Córdoba.



Cuencas de Aporte

Delimitación de las Áreas de Aporte

En los sistemas, como el que se analiza, donde no se presentan dentro de la zona en estudio cauces permanentes que drenen las aguas, ni espejos de agua donde desemboquen las mismas, la definición taxativa de cuencas y áreas de aporte se vuelve difícil. Por lo tanto se utiliza un criterio de definición de "áreas activas" de aporte, las cuales no pueden ser consideradas estrictamente como cuencas, pero a los fines de estimar el caudal máximo producido por las tormentas de diseño, se comportaría como si fuera tal.

La delimitación de las áreas activas de aporte se realizó con ayuda de imágenes satelitales pertenecientes a la base de datos del servidor asociada al programa Google Earth, junto con el modelo de terreno proveniente del relevamiento topográfico realizado en el área de estudio.

El procedimiento seguido consistió en realizar un análisis desde lo general hacia lo particular, valiéndose de la información disponible, comenzando el estudio desde las cuencas del Río Segundo y el Río Carcaraña, pasando por la definición de áreas de aporte a partir de las imágenes de alta resolución del programa Google Earth, las cuales se encuentran vinculadas a un Modelo Digital de Elevaciones que permite la visualización tridimensional de estas, y terminando el análisis, realizando los ajustes de las mismas utilizando el relevamiento topográfico de detalle.

El análisis comenzó a partir de la información disponible en la "Base de Datos Hidrológica Integrada". A continuación se muestra la imagen satelital Landsat de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), abarcando el área de estudio, donde se encuentra trazado el límite entre las cuencas del Río Segundo y del Río Carcaraña (Fuente: Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina – Versión 2010. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH))

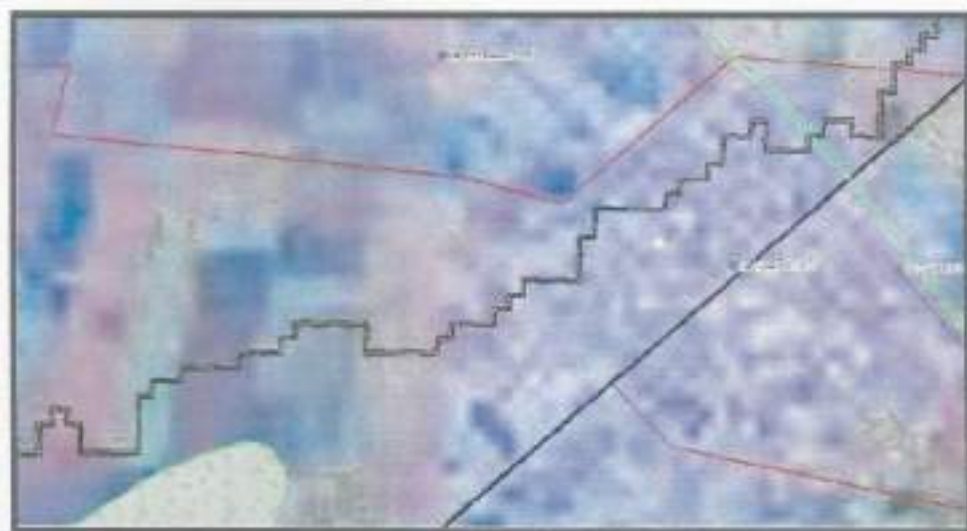


Figura 5: Imagen Landsat de la zona de estudio.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VIVILLENSES


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Cdr. JORGE AGUSTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-71402132-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 08533 - 422150


 PABLO BRESSANO
 ING.-CIVIL
 C.E. 200828

Valiéndonos de las imágenes satelitales de alta resolución pertenecientes al programa Google Earth, junto con el modelo digital de elevaciones que dicho programa posee y gracias a que ambos sistemas se encuentran georreferenciados, es posible determinar los escurrimientos principales y sus áreas de aporte.




Figura 6: Imagen satelital de la ciudad de Las Varillas, incluyendo principales canalizaciones existentes.

En febrero de 2000, La misión topográfica de radar a bordo del transbordador (en Inglés SRTM, de Shuttle Radar Topography Mission) fue lanzado al espacio con la misión de obtener un modelo digital de elevación de la zona del globo terráqueo entre $56^{\circ}S$ a $60^{\circ}N$, de modo que genere una completa base de cartas topográficas digitales de alta resolución de la tierra. La resolución de las celdas de los datos fuente es de 1 segundo de arco, sobre Estados Unidos y en el resto del mundo, 3 segundos de arco. Esto permitió obtener datos de la topografía de la tierra con cotas distanciadas, en el perímetro del ecuador, 90m entre sí, disminuyendo esta distancia a medida que nos acercamos a polos (1 segundo de arco representa 30 m por 30 m en el Ecuador, pero sólo 30 m por 21 m a una latitud de 45°). Así, Google Earth ofrece un recurso para la descarga de datos topográficos, pero debe tenerse en cuenta que el proyecto no contaba con ningún control en tierra, por lo que el radar puede haber levantado datos de cota sobre árboles, casas o edificios. Sin embargo, varios algoritmos se utilizaron para interpolar datos en áreas vacías, así como otras áreas, ajustando el relevamiento lo más próximo a la realidad posible. Conociendo la precisión de los datos obtenidos y las limitaciones del modo de captura de los mismos, se puede utilizar dicha información a los fines de contar con datos de relieve de aéreas extensas, con suficiente precisión para conocer las pendientes del terreno.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLESES


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Cdr. JORGE M. MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-73422112-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CDA.
 TEL.: 03533 - 422150


 PABLO HERNANDEZ
 ING. CIVIL
 R.O. 80802

A partir del modelo digital de terreno, se realizó un estudio de las elevaciones y las pendientes, para poder determinar así las áreas de aporte. En la siguiente imagen pueden observarse las elevaciones en la zona en estudio, siendo más oscuras las zonas con mayor elevación y más claras las depresiones del terreno.



Figura 7: Modelo de elevaciones de zona de estudio.

Posteriormente, en base a las elevaciones representadas y las curvas de nivel, se pudo tener noción del modo en que escurren las aguas superficiales y donde las mismas se concentrarán. A partir de esta información, las áreas de aporte fueron delimitadas por las dorsales o divisorias de aguas. Del análisis de la topografía relevada en el terreno y de la combinación con las curvas de nivel de Google Earth, se pudo determinar las direcciones de flujo por las que escurren las aguas.

Las Varillas - Agosto de 2021


 PROYECTO ING. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 30-71422112-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL: 08533 - 422150

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


 PABLO SUREDANO
 ING. CIVIL
 N.º 2018/8

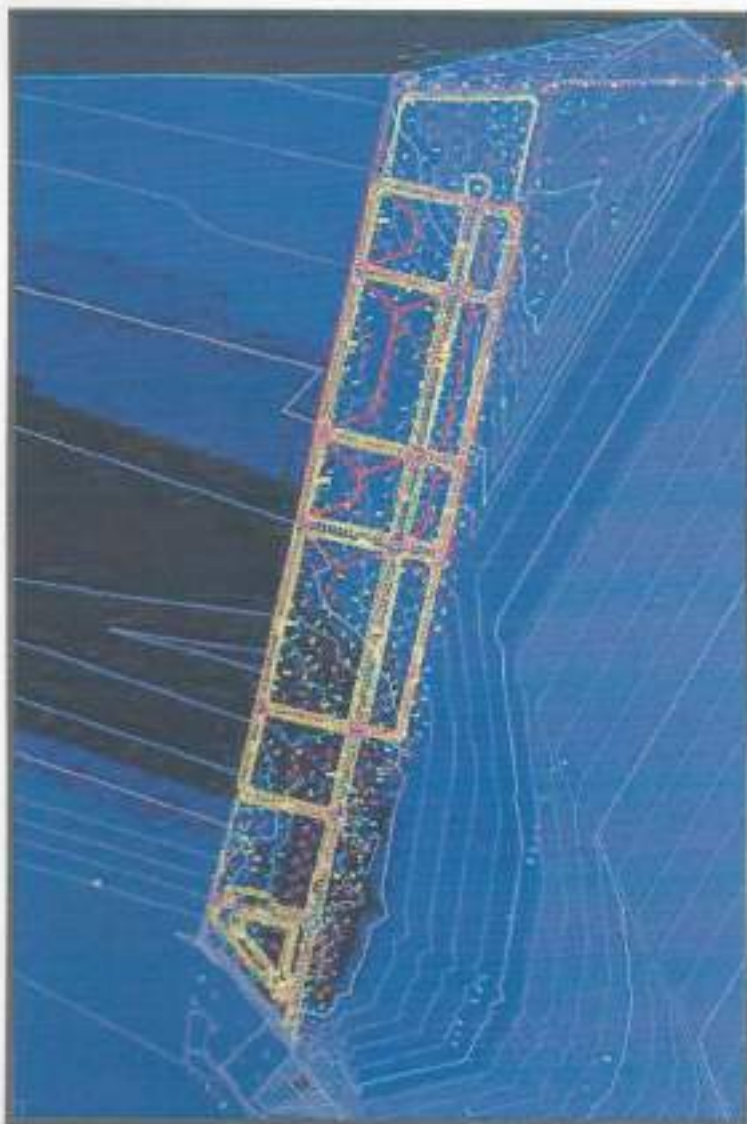


Figura 8: Determinación de direcciones de flujo.

En base a esto, fue posible observar en un contexto mayor, que el emprendimiento tiene pendiente regional en sentido suroeste – noreste. A su vez, se puede observar también que al oeste del Parque se encuentra un gran bajo natural, el que históricamente es utilizado como atenuador natural en caso de grandes precipitaciones en la zona. En la actualidad este bajo natural, si bien existe en la realidad, tiene un área de aporte limitada, ya que la presencia al oeste del canal existente y la Ruta Provincial N° 13 al sur, circunscriben la superficie de aporte a un pequeño sector, cuyo punto de descarga para desbordes coincide con los terrenos del parque, por lo que se propone realizar un pequeño canal al oeste, para direccionar estos escurrimientos hacia el norte, y extraerlos del sector por el mismo punto de salida que los del propio emprendimiento. Esto evita tener que considerar aportes externos en el sistema de drenaje del Parque.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLERAS


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdot. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT.: 30-71422112-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL: 09533 - 422150


 PABLO SIROVSKAN
 ING. CIVIL
 R.N. 22000

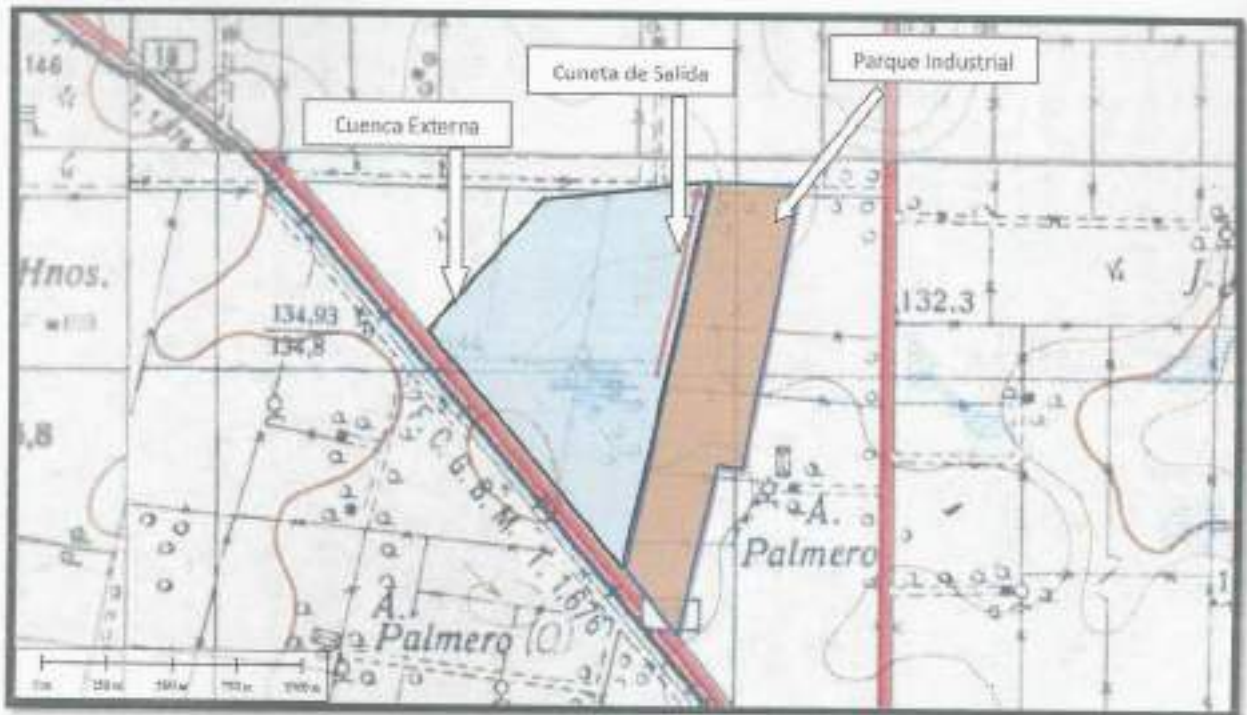


Figura 9: Cuenca externa al emprendimiento.

El área de aporte original del emprendimiento, es por lo tanto, el área de la propia parcela. El punto más bajo del emprendimiento se encuentra al noreste del emprendimiento, el cual será utilizado para evacuar los excedentes hídricos, donde se utilizará un sector de una calle abandonada, que dirigirá los excedentes hídricos al este, donde 350 m se encontrará con el canal existente, emisario final de los escurrimientos y con una pendiente suficiente hacia ese punto.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLASES

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIF: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL: 03533 - 422150

PABLO BRESSANO
ING. CIVIL
S.E. 200202



Figura 10: Detalle salida propuesta.

Análisis de escurrimiento del Área de Aporte

Como ya se mencionara, el área de aporte tiene sentido de escurrimiento suroeste - noreste en su totalidad. Una vez los efluentes salen de la parcela, son dirigidos naturalmente hacia las canalizaciones existentes, que muchos km. después se transforma en el curso denominado Canal Bajo Hondo - A° El Garabato.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLESSES


 PARQUEIND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Cdor. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CUIT: 90.71422113-0
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CSA.
 TEL: 09583 - 422130


 PABLO HERNANDEZ
 ING. CIVIL
 S.N. 80002



Figura 12: Área de aparte y punto de salida dentro de la parcela.

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLENSES

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422111-0
SABIMIENTO 89 – LAS VARILLAS – CDA.
TEL.: 03533 - 422150

PABLO FERNÁNDEZ
ING. CIVIL
M.B. 200426

Determinación de precipitación de diseño

Para la obtención de la lluvia de diseño se utilizó el Modelo DIT. Este modelo de predicción de lluvias máximas DIT estima la relación $i-d-T$ entre intensidad (i) de lluvia, su duración (d) y el periodo de retorno (T) a partir de series pluviográficas con distribución Log-normal. Se basa en una estimación algebraica del factor de frecuencia normal e incorpora la duración de la lluvia en forma analítica, dándole sentido conceptual a sus parámetros y permite su transposición a estaciones pluviométricas.

La expresión logarítmica de la $i-d-T$ presenta cuatro parámetros: A , B , C , q . Este trabajo analiza el comportamiento regional de los parámetros del DIT en dos etapas: a) calibración de los cuatro parámetros del modelo DIT, sobre matrices $i-d-T$ generadas a partir de funciones $i-d-T$ empíricas existentes en distintas localidades del país y b) interpolación espacial de los parámetros en un Sistema de Información Geográfica (SIG), con distintos métodos. Los resultados consisten en mapas de isolneas para cada parámetro, que muestran su variación espacial en el centro y norte del país. El procedimiento resulta aceptable para regionalizar los parámetros del modelo DIT. Esta metodología es la actualmente utilizada en la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba para la determinación de curvas $i-d-f$ en todo el territorio provincial.

Los caudales de proyecto se deben sintetizar de series históricas de descargas medidas. Sin embargo, es poco frecuente contar con esta información, lo cual obliga a realizar la síntesis de series de lluvias causantes de las crecidas, dando lugar a las lluvias de diseño. Éstas constituyen la entrada a modelos de transformación lluvia-descarga y a modelos de tránsito, para generar hidrogramas a la salida de la cuenca. En proyectos de diseño hidrológico, es común usar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad (i) de lluvia, su duración (d) y la frecuencia (F) o el periodo de retorno (T) apropiados para la obra y el sitio en que estará, conocida como relación intensidad-duración-recurrencia o curva $i-d-T$. Para definir la ecuación genérica de la relación $i-d-T$ existen distintos enfoques. Los más difundidos son: las funciones de distribución probabilística (FDP), las fórmulas empíricas, un modelo conceptual o procedimientos combinados.

Caamaño Nelli y García (1999) propusieron un modelo para estimar la relación $i-d-T$ a partir de series de máximos anuales de láminas de lluvia de distintas duraciones, con distribución Log-normal.

El algoritmo, denominado DIT, se basa en una estimación algebraica del factor de frecuencia normal, que incorpora la duración de la lluvia en forma analítica, dando así un sentido conceptual a los parámetros y permitiendo su transposición a estaciones pluviométricas.

El significado conceptual de los parámetros da lugar a una de las principales características del DIT: su aptitud para transposición a estaciones pluviométricas, mediante la técnica de zonalización (Caamaño Nelli y Dasso, 2003). Esta técnica de transposición combina una división zonal con una transferencia paramétrica dentro de cada zona. Al transponer la función $i-d-T$, desde la estación base (pluviográfica) a las estaciones satélites (pluviométricas) incógnitas de la zona, los parámetros se alteran según las rasgos climáticos locales de cada pluviómetro.

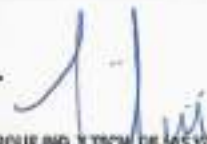
Esta particularidad del modelo permitió conformar la Red Regional de Lluvias de Diseño para la Provincia de Córdoba con 141 puntos con lluvias de diseño que incluye los principales centros urbanos y

Las Varillas – Agosto de 2021.



ING. CIVIL DIEGO E. GONZÁLEZ
DIRECTOR

EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS



CDN. JORGE MARTINI
PRESIDENTE

CUIT: 30-73422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CGA.
TEL: 03533 - 422150



PABLO INVERNADO
ING. CIVIL
R.A. 20082

que se extiende sobre una superficie de 165.000 km² (Caamaño Nelli y Dasso, 2003). El territorio cordobés fue dividido en siete zonas en función de sendas estaciones pluviográficas en base a las cuales se le asignó representatividad sobre los pluviómetros satélites existentes en cada zona.

La relación i-d-T en el modelo DIT (Caamaño Nelly García, 1999), en su expresión final logarítmica es:

$$\ln i_{d,T} = A \cdot \Phi_y - B \cdot \delta_y + C$$

Siendo $i_{d,T}$ la intensidad media máxima de lluvia en mm/h, para una duración d en minutos, esperable en el periodo de retorno T en años; Φ_y el factor de frecuencia (Chow, 1951) dado por:

$$\Phi_y = 2,584458 \cdot (\ln T)^{3/2} - 2,252573$$

mientras que δ_y es el factor de persistencia, definido como:

$$\delta_y = (\ln d)^q$$

La ecuación del Modelo presenta tres términos independientes entre sí, que provienen de la hipótesis de independencia entre duración, explicitada en δ_y y recurrencia, incluida en Φ_y .

Los coeficientes A , B , C de la ecuación y el exponente " q ", de la ecuación de δ , son los cuatro parámetros resultantes del modelo; A y C incorporan las características de la lluvia local, mientras que B y q , son parámetros zonales.

Una vez que el modelo DIT ha sido calibrado para un pluviógrafo base, la extrapolación a los pluviómetros asociados, consiste sólo en sustituir dos estadísticos: la media (μ) y el desvío estándar (σ) de los logaritmos de las lluvias máximas diarias. La sustitución se efectúa en los parámetros A y C , ajustados para el pluviógrafo, para obtener los respectivos A' y C' del pluviómetro sin requerir calibración:

$$A' = A - \sigma + \sigma'$$

$$C' = C - \mu + \mu'$$

Los parámetros B' y q' para el pluviómetro son iguales a los de la zona al cual pertenece, o sea: $B' = B = y$ $q' = q$, ambos constantes para toda la zona.

Al definir el DIT, sus autores plantearon como una de las conclusiones la posibilidad de que el parámetro " q " se considere constante, dado lo reducido de su rango de valores. Sin embargo, admitieron que la evidencia al respecto no era suficiente. Ello se debió a que emplearon un conjunto de solamente siete estaciones pluviográficas y a que la región representada, que corresponde a la Provincia de Córdoba, fue limitada: 165.321 km².

En trabajos anteriores, Rico (2010) y Rico et al. (2010) se estudió la distribución espacial de los parámetros del DIT, con la finalidad de analizar el comportamiento de los mismos en la región centro y norte de Argentina, donde se contempló información de 27 estaciones, abarcando un área diez veces superior a la de Córdoba. Los resultados detectaron tendencias de variación espacial con

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.R.L.
CDOR. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150


PABLO GHISSLANZONI
ING. CIVIL
R.P. 00000

correspondencia biunívoca entre ambos, de modo tal que, cuando el valor de B aumenta, el de "q" disminuye y viceversa.

Esto conduce a formular las siguientes hipótesis: a) Si B crece cuando "q" se reduce, fijar el valor de "q" estrecharía la gama de valores de B y suavizaría su distribución espacial, tornándola más conveniente para interpolar. b) Aunque el "q" fijado no sea el óptimo local, la correlación entre intensidad, duración y recurrencia que plantea el DIT será alta, pues B compensa en parte la rigidez impuesta a "q".

La regresión sobre las temas de los siete puestos ubicados en la Provincia de Córdoba, agrupados en una muestra única, arrojó para "q" el valor óptimo de 5/3 (1.6667), con coeficiente $r^2 = 0,97946$. Suponiendo que esa constante fuese válida para todo el territorio estudiado (situación que luego se comprobó puede considerarse en la totalidad del territorio Argentino), permitió también definir una relación biunívoca entre el factor de persistencia δy la duración de la lluvia, a través de la ecuación (3), con lo cual el DIT se convirtió en un modelo de 3 parámetros: A, B y C.

La ecuación de δ resultaría generalizable en la forma (Caamaño et al., 2010):

$$\delta = (\ln d)^{5/3}$$

Información disponible y obtención de las curvas i-d-f

Al estudiar los parámetros del modelo DIT, los autores han definido los siguientes valores, correspondientes a cada área de influencia de los pluviógrafos base de la Provincia de Córdoba.

ESTADÍSTICOS DE LOGARITMOS DE LLUVIA DIARIA Y PARÁMETROS DEL MODELO DIT (INA-CIRSA)						
ZONA	SIGLA	μ	σ	A	B	C
satélite	puesto	media	desvío	coef. Φ	coef. δ	l. indep.
Noreste	Ceres (Sta. Fe)	4.2549	0.3735	0.2910	0.1443	5.2115
Sierras	La Suela	4.1883	0.4106	0.3650	0.1363	4.8651
Este	M. Juárez	4.4444	0.3875	0.4100	0.1474	5.1078
Noroeste	V. Dolores	3.9714	0.3225	0.3180	0.1706	5.0583
Centro	Córdoba Obs.	4.2476	0.3439	0.3370	0.1591	5.1832
Suroeste	Río Cuarto	4.2772	0.3563	0.3557	0.1483	5.0034
Sur	Laboulaye	4.3398	0.3350	0.3940	0.1612	5.2191

Tabla 1: Parámetros del Modelo DIT.

Como se observa en la fila sombreada, para el caso de la ciudad de Las Varillas, la estación pluviográfica de base será la de Marcos Juárez, debido a que la misma se encuentra dentro del área de influencia de dicha estación. La provincia está dividida en zonas homogéneas para transferencia de información de la lluvia. Entre los parámetros que se utilizaron para esta definición se encuentra la similitud climática y topográfica entre las zonas, y trayectoria y estructura de la tormenta similar.

Se puede definir "zona homogénea" como áreas donde todos los puntos experimentan eventos mediante iguales mecanismos de tormenta y movimientos totales de aire, pero no necesariamente con

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLESES

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT: 30-71422112-0
SARMIENTO 85 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150


PABLO BOSCAN
ING.-CIVIL
D.E. RENJIE

el mismo cambio de humedad o con igual frecuencia. Realizando el análisis, se definieron las zonas homogéneas como se muestra en la Figura 12.



Figura 12: Pluviómetros Base y sus áreas de influencia (SSRH).

La Secretaría de Recursos Hídricos de la provincia de Córdoba brindó información respecto de los parámetros estadísticos de las estaciones pluviométricas, para proceder a la interpolación respecto del pluviómetro base. La red cuenta con más de 640 pluviómetros en toda la provincia, de las cuales se han descartado una gran cantidad de ellas, debido a muchos factores (cierre prematuro de las estaciones, falta de datos continuos, falta de observaciones puntuales, zonas con baja densidad de puestos, etc.)

Las Varillas – Agosto de 2021

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑES

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422117-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03583 - 422150

Nelson Wenceslao
ING. CIVIL
M.A. BARRA

quedando a disposición 141 de ellos, los cuales cuentan con registros diarios relativamente confiables, con longitudes de serie de entre 14 y 50 años.



Figura 13: Pluviómetros que cuentan con registros (SSRH).

Analizando dicho mapa, se puede observar que la localidad de Las Varillas queda afectada por la estación pluviográfica de Marcos Juárez, por lo tanto, se utilizarán los parámetros del Modelo DIT de la misma para luego transferir la misma al pluviómetro que se corresponda con la cuenca de estudio. Para ello se seleccionó la estación pluviométrica Alicia, ubicada a aproximadamente 25 km de la ciudad de Las Varillas.

Los parámetros estadísticos de la Estación Alicia, para realizar la transferencia son los siguientes:

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZÁLEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLINSES


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdr. JORGE MAUNTINI
RESIDENTE
CUIT.: 90-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422150


PABLO BERNALDO
ING. CIVIL
M.R. BERNALDO

Nombre del punto	Zona	Provincia	Latitud	Longitud	Altitud	Long	Media In	Desvio In
Alicia	ESTE	Córdoba	-31.93333333	-62.45	112.8078477	17	4.282588836	0.430057752

Tabla 2: Parámetros estadísticos de Estación Alicia.

Por ende, los parámetros a utilizar en el Modelo DIT para Las Varillas resultan:

$A=A_{-0}+\sigma'$	0.4526
B=	0.147384602
$C=C_{-1}+M'$	4.9460
q=	1.856666667

Tabla 3: Parámetros Modelo DIT para Estación Alicia.

Con estos valores ya determinados, podemos construir la curva i-d-f de esta Estación:

P. Retorno	RELACIONES INTENSIDAD (MM/H) y LAMINA (MM) - DURACION - RECURRENCIA									
	Estación Alicia									
	DURACIONES (MINUTOS)									
	5	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
2	101,5134	77,8046	64,7492	45,2617	35,0109	18,9478	14,1696	8,3131	4,6704	2,5980
5	148,2562	110,6256	94,5688	65,0886	45,0278	27,0753	20,5874	12,1405	6,8207	3,6744
10	181,2492	138,9178	115,6078	81,7957	53,5830	33,8284	25,2922	14,6428	8,3389	4,4822
25	234,3111	172,0258	143,2021	105,0896	68,2723	41,8948	31,3292	18,1698	10,3288	5,5645
50	297,5231	197,4543	164,3223	114,8400	76,1924	48,0642	36,9497	21,0072	11,8528	6,3884
100	347,7198	223,3104	185,8328	126,6791	86,1355	54,3887	40,8573	23,8588	13,4048	7,2213
200	395,8731	246,7643	207,8547	145,2648	96,3395	60,8227	45,4736	26,8853	14,9628	8,0767

Tabla 4: Curvas i-d-f de la estación Alicia.

Graficando las curvas para las recurrencias dadas:

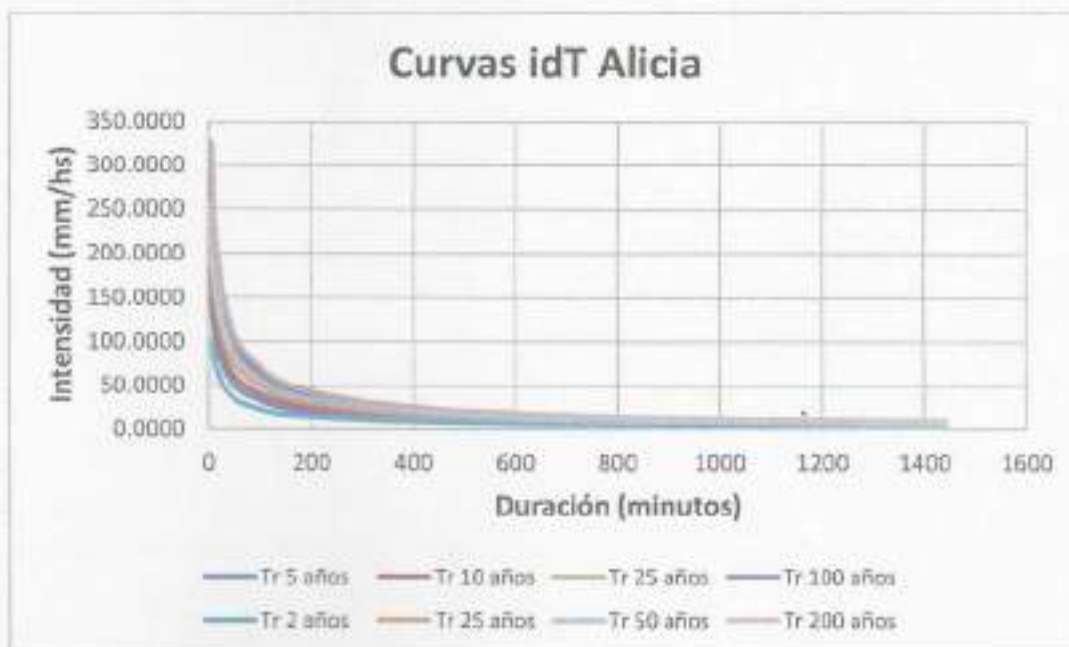



Figura 14: Curvas i-d-f Estación Alicia.

Las Varillas – Agosto de 2021


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 CONT.: 30-71422113-0
 SARMIENTO 88 - LAS VARILLAS - CDA.
 TEL.: 03533 - 422150


 PABLO BURCHARD
 ING.-HYD
 S.E.M. VARILLAS

Con las curvas I-d-f obtenidas, estamos en condiciones de determinar la lluvia de proyecto, lo que nos llevará finalmente a la determinación de los caudales de proyecto.

Con estos parámetros, y la distribución de precipitaciones de la Tabla 5, podemos armar los hietogramas de diseño.

PATRONES TEMPORALES
HIETOGRAMA
PORCENTAJE DE PRECIPITACIÓN

SEXTIL	1º	2º	3º	4º	5º	6º
1	54	17	11.25	6	7	2
2	17.33	49	18.75	6.5	9	22
3	12.07	17	38.67	22.17	4	20
4	8.1	7	14.83	54.58	13	10
5	5.2	7.29	12.67	6.5	55	2
6	3.3	2.71	3.83	4.25	11	44

Tabla 5: Distribución de precipitaciones Estación Alicia.

Determinación de caudales para la situación actual.

Para la determinación de los caudales de diseño se hace necesario recurrir a los métodos de transformación lluvia-caudal. La bibliografía respecto a este tema es muy extensa, y existen numerosas metodologías de probados resultados. Para este trabajo se adoptaron recurrencias de 100 años (función básica) y 5 años (función complementaria).

Para las modelaciones se decidió utilizar el modelo HEC-HMS, el cual es de dominio público, y fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), y surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC-1, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interfase gráfica de usuario que facilita las labores de preproceso y postproceso y la posibilidad mediante HEC GeoHMS de conectar con el sistema de información geográfica ArcGIS. La aplicación incluye un modelo precipitación - escorrentía para la estimación de avenidas.

Características técnicas:

- Cálculo hidrológico de crecidas. Leyes de frecuencia.
- Visualización gráfica de datos y resultados.
- Ejecutable en entorno Microsoft Windows.

Aplicaciones: Cálculo hidrometeorológico de crecidas.

Mediante este software se introducen los datos de la cuenca y de la lluvia, y se determina el caudal pico de la crecida. Para ello se utilizó como función de producción la desarrollada por el Soil Conservation Service (S.C.S.) de EE.UU., que relaciona la lluvia efectiva acumulada (Pe) con lluvia bruta acumulada (Pb) mediante la ecuación:

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL ARIAS WILLERGES


PARQUE IND. Y TECH. DE LAS VARILLAS S.R.L.
Cdo. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422112-0
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
TEL.: 03533 - 422130


PABLO WERHANE
ING. CIVIL
M.A. BARRAS

$$P_s = \frac{(P_s - I_a)^2}{(P_s - I_a) + S}$$

dónde "Ia" designa las pérdidas que se producen al inicio del evento y "S" la capacidad de almacenamiento del suelo (infiltración acumulada).

Este modelo representa la evolución del coeficiente de escurrimiento superficial, desde 0 cuando el cúmulo de lluvia bruta es inferior a "Ia", hasta 1 cuando el cúmulo de lluvia bruta tiende a infinito.

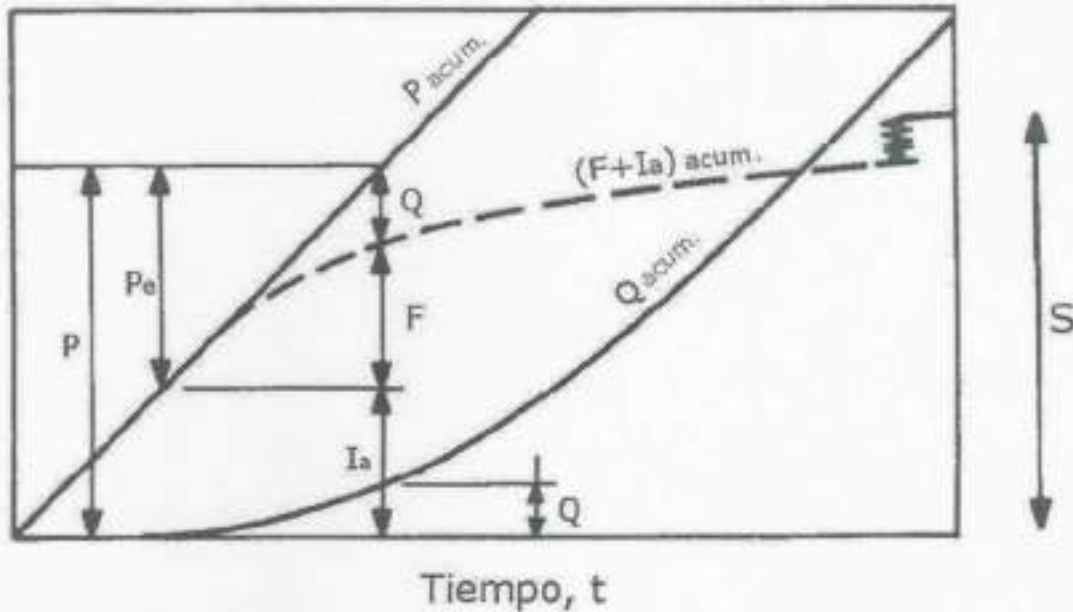


Figura 15: Precipitaciones y volúmenes acumulados en una tormenta de intensidad constante

Los parámetros de ajuste del modelo son Ia y S, cuyos valores generalmente son relacionados mediante la ecuación:

$$I_a = 0.2 * S$$

S puede también relacionarse con el Curve Number del SCS:

$$S = 2.57 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

El valor de CN de la cuenca fue estimado de acuerdo a Tabla 6, valores sugeridos por V.T. Chow (1994), para un tipo de suelo que se encontraría en la tipología B (suelos poco profundos, depositados por el viento, marga arenosa), y uso de suelo tipo tierra de cultivos o pastizales en condiciones medias. Se adoptó un valor de CN de 67.

Las Varillas – Agosto de 2021

[Firma manuscrita]

ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLENSES

PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
Cdor. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUITA: 30-7242317-0
SARMIENTO 99 - LAS VARILLAS - CRA.
TEL: 09999-488398

[Firma manuscrita]
CARLOS MORALES
ING. CIVIL
M.R. 20042

Valores de curva de escurresía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_s = 0.25$)

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrologico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamiento de conservación con tratamientos de conservación	71 67	81 74	83 78	91 81
Praderas: condiciones pobres condiciones óptimas	62 55	79 64	85 74	89 80
Yegales de río: condiciones óptimas	38	58	71	78
Orchales: áreas irrigadas, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena ²	47 27	65 59	77 70	85 77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, recreación, etc. óptimas: condiciones: cubierta de pasto en el 75% a más condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75%	35 49	41 50	74 78	80 84
Áreas con crecimientos de espigas (85% impermeables)	59	92	94	95
Terrenos impermeables (72% impermeables)	61	88	91	93
Resistencia ³				
Tamaño promedio del lote: Porcentaje promedio impermeable ⁴				
18 acre o más	65	77	85	90
14 acre	58	61	75	81
10 acre	51	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	30	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, aceras, etc. ⁵	94	98	98	98
Calles y caminos:				
Pavimentados con concreto y alcatrazado ²	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	71	82	87	89

1 Para una descripción más detallada de los sistemas de curva para usos agrícolas de la tierra, consulte a Soil Conservation Service, (197), Cap. 9
 2 Una buena cubierta es el porcentaje del terreno, y los derechos del suelo de la cubierta del suelo.
 3 Los sistemas de curva se refieren a superficies que la infiltración desde las calles y de los caminos se dirige hacia la calle, así se reduce el agua del terreno irrigada hacia el caudal donde puede ser mejor utilizada.
 4 Los áreas pavimentadas (asfalto) se consideran como pavimentos en buena condición para estos sistemas de curva.
 5 En algunos países son áreas totalmente al pavimento utilizar 95 como terreno de tierra.

Tabla 6: Determinación de CN de la cuenca.

El programa de modelación necesita como datos de entrada al hidrograma de precipitación, el cual se puede determinar a través de las curvas i-d-f determinadas con anterioridad.

Para ello, lo primero que debemos hacer es adoptar una duración de lluvia de diseño, la cual viene dada por el Tiempo de concentración de la cuenca de estudio, lo que se procede a su determinación.

El Tiempo de Concentración, como ya se ha explicado, es un parámetro de la cuenca que resume las características fisiográficas de misma. Representa el tiempo necesario para que se establezcan los caudales a la salida de una cuenca debido a una precipitación de intensidad constante sobre toda la cuenca.

Existen numerosas formulaciones para la determinación del tiempo de concentración, éstas dependen de muchos factores, entre los que se pueden mencionar el tamaño de la cuenca, tipo y uso de suelo, topografía, etc., y fueron desarrolladas para condiciones particulares de los lugares donde han sido necesarias. Para la realización del modelo, debemos en primera instancia determinar el caudal de


 ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
 DIRECTOR
 EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLEÑAS


 PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.E.M.
 Cdr. JORGE MARTINI
 PRESIDENTE
 QUIT.: 30-71422112-7
 SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CBA.
 TEL.: 09533 - 422150


 PABLO HERNANDEZ
 ING. CIVIL
 S.E.M. VARILLAS

salida de la cuenca en estado natural, por ello, necesitamos el tiempo de concentración de dicha cuenca, cuyo estado es el de una cuenca de carácter rural. Para ello, utilizamos un promedio de los tiempos de concentración calculados con las formulaciones de Kirpich, Bransby-Williams, Dooge y Clark.

CUENCA	Superficie [km ²]	Long. Drenaje [km]	H _{máx} [m]	H _{mín} [m]	DH [m]	Pendiente media [m/m]	T _c				
							Kirpich	Dooge	Br.W	Clark	Promedio
							[min]	[min]	[min]	[min]	[min]
Natural	0.400	1.664	156.1	153.8	2.27	0.00135	74.9	46.1	99.6	82.6	75.80
Natural Externa	0.780	1.388	156.98	156.63	0.35	0.00025	124.7	80.8	108.9	202.4	129.21

Tabla 7: Tiempo de concentración para cuenca en estado natural.

Determinación del hietograma de diseño.

Por lo general, la duración de la tormenta de diseño se estima igual al tiempo de concentración de la cuenca, para este caso, adoptaremos una duración correspondiente a 1 hora. Dado que las cuencas son pequeñas, y las lluvias en el lugar sobrepasan usualmente esta duración, se verificará también para 3 horas de duración, la que representa mejor las tormentas que se dan en el lugar.

Se consideró una recurrencia de 5 y 100 años, tal como lo establece la repartición a cargo para las verificaciones de función complementaria, y básica, respectivamente.

De acuerdo al método de cálculo utilizado, la lluvia se divide en 6 sextiles, los que representan la distribución temporal de la misma. Para el caso de Las Varillas, las tormentas usuales suelen tener sus picos en los instantes iniciales, por lo que se verificará para picos en el primer, segundo y tercer sextil, con las distribuciones establecidas en la Tabla 5:

Las Varillas – Agosto de 2021


ING. CIVIL DIEGO E. GONZALEZ
DIRECTOR
EMPRESA MUNICIPAL AGUAS VARILLAS


PARQUE IND. Y TECN. DE LAS VARILLAS S.A.
Cdr. JORGE MARTINI
PRESIDENTE
CUIT.: 30-71422112-7
SARMIENTO 89 - LAS VARILLAS - CDA.
TEL.: 08533 - 422150


PABLO VERA
ING. CIVIL
E. P. BORRERO