



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE UNA ROTONDA EN LA INTERSECCIÓN TRONCAL DE LA
COSTA Y LA VÍA BUENAVISTA DE LA CIUDAD DE MACHALA.

RIOS CARRION JOSE ANDRES
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE UNA ROTONDA EN LA INTERSECCIÓN TRONCAL
DE LA COSTA Y LA VÍA BUENAVISTA DE LA CIUDAD DE
MACHALA.

RIOS CARRION JOSE ANDRES
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO DE UNA ROTONDA EN LA INTERSECCIÓN TRONCAL DE LA COSTA Y
LA VÍA BUENAVISTA DE LA CIUDAD DE MACHALA.

RIOS CARRION JOSE ANDRES
INGENIERO CIVIL

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA, 25 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
25 de febrero de 2022

Diseño de una rotonda en la intersección troncal de la costa y la vía Buenavista de la ciudad de Machala.

por Jose Andres Rios Carrion

Fecha de entrega: 11-feb-2022 08:22p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1760456212

Nombre del archivo: CAL_DE_LA_COSTA_Y_LA_V_A_BUENAVISTA_DE_LA_CIUADAD_DE_MACHALA.docx
(49.62K)

Total de palabras: 8154

Total de caracteres: 42088

Diseño de una rotonda en la intersección troncal de la costa y la vía Buenavista de la ciudad de Machala.

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, RIOS CARRION JOSE ANDRES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Diseño de una rotonda en la intersección troncal de la costa y la vía Buenavista de la ciudad de Machala., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 25 de febrero de 2022



RIOS CARRION JOSE ANDRES
0705785731

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios, quien me ha guiado dándome la fortaleza cada día para seguir adelante en mi vida personal, así como también en mi vida académica.

A mi padre, por su comprensión en todo el recorrido, siendo una persona de gran sabiduría, por esforzarse y ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Igualmente, a mi hermana, por el apoyo y estímulo constante a lo largo de mis estudios.

A mi primo, quien me abrió las puertas desde el principio para conocer esta hermosa carrera como lo es la Ingeniería Civil y en lo personal, enseñándome valores como la responsabilidad y honestidad.

Y a todas las personas que ya sea de una u otra forma me apoyaron y sobre todo confiaron en mí.

Agradecer a la Universidad Técnica De Machala, Facultad De Ingeniería Civil, Carrera De Ingeniería Civil por brindarme la oportunidad de tener una formación académica de tercer nivel. A mi tutor Ing. Civil Erwin Javier Oyola Estrada, por ser un guía importante en este último escalón de mi carrera, a todos los docentes que fueron parte de mi formación académica, por sus grandes enseñanzas, las cuales fueron impartidas dentro y fuera de la Universidad.

José Andrés Ríos Carrión

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a Dios, por ser la guía en mi camino ya que, gracias a Él he logrado concluir con mi carrera universitaria.

También dedico este éxito a mi padre, quien ha forma parte de este proceso brindándome su apoyo incondicional y estar siempre aconsejándome para ser de mí una mejor persona y profesional.

Así mismo a mi hermana, quien con su ejemplo me demostró que siendo disciplinado en la vida se logra grandes cosas.

Y sin dejar atrás dedico este éxito a toda mi familia, quienes me brindaron apoyo, me aconsejaron y sobre todo supieron confiar en mí, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser un fragmento de su orgullo.

José Andrés Ríos Carrión

RESUMEN

A medida que pasan los años el número de habitantes a nivel mundial como a nivel nacional tienden a aumentar por lo que se generan problemáticas, sean estas de carácter: social, ambiental, económico, etc. Razón por la debemos dar solución a una de ellas muy importante que vendría a ser la movilización o transporte.

Machala es una de las principales ciudades que tiene Ecuador, ubicándose cuarta con mayor crecimiento a nivel nacional. Conocida como la capital Bananera del Mundo cuenta con una vía primaria conocida como Troncal de la Costa, que atraviesa diferentes ciudades a nivel nacional por lo que la demanda vehicular ocasiona problemas de circulación, la alternativa de soluciones recae en el área de ingeniería civil.

Mediante un análisis inductivo a los habitantes de la zona y conductores que día a día cruzan esta intersección comprendida entre la Vía Troncal de la Costa y la Vía Buenavista, reflejando la inseguridad de la zona al no existir un proyecto adecuado.

Como alternativa de solución para mejorar el conflicto vehicular hemos propuesto el diseño de una rotonda mediante el programa de diseño Civil 3D en la cual utilizaremos una de las herramientas que tiene este programa como lo es el Vehicle tracking 2018, tomando como referencia la normativa vigente en nuestro país como la NEVI-12 de conformidad con la AASHTO, para esto fue necesario un levantamiento topográfico de la intersección.

Se diseñó una rotonda cumpliendo con todas las normativas de diseño vigente, en la intersección antes mencionada.

Palabras claves: rotonda, intersección, vía, norma, diseño, congestión vehicular.

ABSTRACT

As the years go by, the number of inhabitants worldwide and nationally tend to increase, which generates problems, be they of a social, environmental, economic nature, etc. Reason why we must give a solution to one of them is very important, that would be the mobilization or transport.

Machala is one of the main cities that Ecuador has, ranking fourth with the highest growth at the national level. Known as the Banana Capital of the World, it has a primary road known as Troncal de la Costa, which crosses different cities nationwide, so vehicular demand causes traffic problems, the alternative solutions lie in the area of civil engineering.

Through an inductive analysis of the inhabitants of the area and drivers who cross this intersection between the Vía Troncal de la Costa and Vía Buenavista every day, reflecting the insecurity of the area as there is no adequate project.

As an alternative solution to improve the vehicular conflict, we have proposed the design of a roundabout through the Civil 3D design program in which we will use one of the tools that this program has, such as Vehicle tracking 2018, taking as a reference the current regulations. in our country as the NEVI-12 in accordance with the AASHTO, for this a topographic survey of the intersection was necessary.

A roundabout was designed in compliance with all current design regulations, at the aforementioned intersection.

Keywords: roundabout, intersection, road, standard, design, vehicle co-management.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLA	7
1. INTRODUCCIÓN	8
ANTECEDENTES:	10
2. OBJETIVOS	11
2.3 Objetivo General	11
2.4 Objetivo Específico	11
3. UBICACIÓN DEL PROYECTO	12
4. DESARROLLO	14
4.1 Marco teórico	14
4.2 Fundamentación teórica	14
4.3 Levantamiento topográfico	14
4.4 Vehicle tracking	15
4.5 Demanda vehicular	15
4.6 Congestión vehicular	15
4.6.1 <i>Definición de una rotonda.</i>	15
4.6.2 <i>Ventajas y desventajas de una rotonda.</i>	16
4.6.3 <i>Mini rotonda.</i>	17
4.6.4 <i>Característica de las rotondas.</i>	17
4.6.5 <i>Intersecciones.</i>	19
4.6.6 <i>Intersecciones circulares.</i>	19
4.6.7 <i>Análisis de la congestión vehicular.</i>	20
4.7 Metodología de diseño	20
4.8 Parámetros de diseño	21
4.9 Clasificación de las vías	21
4.10 Características y normas de diseño	23
4.10.1 <i>Ley De Tránsito Nacional</i>	23
4.10.2 <i>Reglamento aplicativo de la ley de caminos de la República del Ecuador</i>	23
4.11 Diseño geométrico de una rotonda	23
4.11.1 <i>Rotonda o glorieta.</i>	24

4.11.2	<i>Rotonda multicarriles.</i>	24
4.11.3	<i>Diseño para usuarios no - motorizados.</i>	25
	Número y disposiciones de carriles.	26
4.11.4	<i>velocidad de los vehículos.</i>	26
4.11.5	<i>Diámetro de círculo inscrito.</i>	26
4.11.6	<i>Alineamiento de las aproximaciones.</i>	27
4.11.7	<i>Ángulos entre ramales de aproximación.</i>	27
4.11.8	<i>Isleta central.</i>	27
4.11.9	<i>Ancho de entrada.</i>	28
4.11.10	<i>Ancho de la calzada circulatoria.</i>	28
4.11.11	<i>Geometría de la entrada.</i>	28
4.11.12	<i>Isletas partidoras.</i>	29
4.11.13	<i>Curvas de salida.</i>	30
4.11.14	<i>Consideraciones de vehículos de diseño.</i>	30
4.11.15	<i>Ancho de giro recomendable para vehículos pesados.</i>	31
4.11.16	<i>Distancia visual.</i>	33
4.11.17	<i>Distancia visual de detención.</i>	33
4.11.18	<i>Distancia visual de intersección.</i>	35
4.11.19	<i>Consideración de diseño para peatones.</i>	36
4.11.20	<i>Reductores de velocidad.</i>	36
5.	DISEÑO DE UNA ROTONDA COMO ALTERNATIVA PARA LA INTERSECCIÓN DE LA VÍA TRONCAL DE LA COSTA Y LA VÍA BUENAVISTA MEDIANTE EL SOFTWARE DE DISEÑO CIVIL 3D, HERRAMIENTA (VEHICLE TRACKING 2018).	37
6.	CONCLUSIONES	87
7.	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFÍA	88
	ANEXOS	91
	ANEXOS. 1: Levantamiento topográfico de la intersección Troncal de la Costa y la vía Buenavista.	91
	ANEXOS 2: Datos bajados de la estación total	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1: Intersección de la vía troncal de la costa y la vía Buenavista - Machala	12
Figura. 2: Ubicación para el conteo vehicular	13
Figura. 3: Características de una rotonda típica	18
Figura. 4: Características de una típica rotonda de tres carriles.	25
Figura. 5: Traslapo de trayectoria vehicular de entrada	29
Figura. 6: Alineamiento deseable de trayectoria vehicular	29
Figura. 7: Dimensiones mínimas de la isleta partidora	31
Figura. 8: Características del vehículo de diseño	32
Figura. 9: Radios de giros de Camiones C2S2	33
Figura. 10: Ejemplo de tratamiento de vereda	37

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Coordenadas de la ubicación de proyecto	12
Tabla 2: Ventaja y desventajas	16
Tabla 3: Denominación de carreteras por su condición orográfica	22
Tabla 4: Comparación de categorías de rotondas	24
Tabla 5: Dimensiones clave de diseño para usuarios no - motorizados	26
Tabla 6: Rangos típicos de diámetro de círculos inscritos	27
Tabla 7: Ancho de giro recomendable para rotondas entre cunetas, g, para vehículos pesados, en metros	33
Tabla 8: Distancia visual de detención (sistema métrico)	34
Tabla 9: Longitud calculada de lado conflictivo de triángulo visual de intersección	37

1. INTRODUCCIÓN

Enormes desafíos vamos a tener que afrontar en un futuro, en lo que respecta a las infraestructuras de transporte terrestre, debido a la gran demanda de crecimiento poblacional, teniendo problemas como: *“rápido aumento de la demanda de transporte, aumentó de mantenimiento viales, reducir la contaminación causada por el tráfico, tratar de reducir los índices y severidad de los accidentes de tránsito”*. [1]

Siendo troncal de la costa una vía primaria de la Red Vial Estatal de Ecuador, que conecta a diferentes provincias de la costa y sierra, y debido a esto genera un alto nivel de tráfico en el cual debemos garantizar la seguridad de todos. [1]

En la provincia de El Oro las vías se conectan a través de la vía estatales que es considerada como principal eje de enlace terrestre, donde a su vez se conectan vías entre provincias, derivado a diferentes destinos como cantones, parroquias, zonas y asentamientos de población. [2]

En nuestro país los encargados de “planificar, construir y mantener la vialidad” es compartida por el nivel central, provincial y el municipal. El nivel central se ocupa de la red vial categorizada como nacional y los municipios de las vías en áreas urbanas. [3]

Según la “LEY SISTEMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA VIAL TRANSPORTE TERRESTRE” en lo estipulado en el “Art 5. Red vial estatal: se considera como red vial, cuya competencia está a cargo del gobierno central. Al conjunto de vías conformadas por las troncales nacionales que a su vez están integradas por todas las vías declaradas por el ministerio rector como corredores arteriales o como vías colectoras.” [4]

En Ecuador no disponemos de una norma en lo que respecta al diseño geométrico de carreteras para rotondas. Siendo una rotonda un tema de solución en intersecciones de alto congestionamiento vehicular y donde se producen innumerables accidentes, son conocidas como intersecciones circulares en la que establecen lo siguiente, *“el tránsito gira hacia la izquierda en torno de una isla central y en la que el tránsito entrante debe ceder el paso al tránsito en la calzada circulatoria”*. [5]

En el vigente trabajo investigativo nos enfocamos en la recolección de datos que forma parte de la problemática, la cual está causando el colapso del sistema que se encuentra vigente, teniendo como objetivo diseñar una rotonda en la que mediante un software como Civil 3D (Vehicle tracking) proponemos un tipo de rotonda basándonos en normativas vigentes de nuestro Ecuador como lo es NEVI-12.

Por último, proponemos la rotonda que utilizaremos en la intersección, cuál será su funcionamiento, cumpliendo con las exigencias de la normativa del Ecuador.

ANTECEDENTES:

La vía troncal de la costa (E25), considerada como vía rápida y conocida como red vial estatal del Ecuador, la cual atraviesa diferentes provincias de nuestro país. [6]

Por la cual circulan vehículos que tienen como destino diferentes cantones como, por ejemplo: el cantón Machala, cantón Pasaje y cantón Santa Rosa, todos estos ubicados en nuestra provincia El Oro, teniendo presente en un proyecto vial, las intersecciones son de suma importancia ya que esto nos permite controlar *“la seguridad, el costo de operación, la eficiencia y la velocidad de circulación”*.

Presenta una problemática en la intersección que conecta la vía Troncal de la Costa y la vía Buenavista, a la altura del sector conocido como “Y DEL ENANO”, donde pudimos evidenciar el congestionamiento vehicular por la falta de planificación por parte de las entidades encargadas de proyectos viales, lo que origina una congestión vehicular, como también accidentes de tránsito entre otros problemas.

Por lo que ante esta realidad que viven los conductores y moradores hemos considerado diseñar una rotonda o glorieta en este sector para minimizar al máximo el riesgo de accidentes vehiculares.

2. OBJETIVOS

2.3 Objetivo General

Diseñar una rotonda en la intersección de la vía troncal de la costa y la vía pasaje ubicado en el sector “Y del enano” perteneciente a Machala provincia de El Oro, mediante un software de diseño (Civil 3D) para mejorar el control vehicular.

2.4 Objetivo Específico

- Realizar el levantamiento topográfico con ayuda de una estación total para diseñar una rotonda.
- Diseñar un sistema rotatorio vehicular mediante un software de diseño (Civil 3D) orientándose en las normas de diseño de nuestro país Ecuador.
- Comprobar si el diseño de sistema rotatorio cumple con las normativas vigentes como NEVI-12 y la norma AASHTO.

3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Nuestro proyecto queda ubicado a la altura del sitio conocido como “Y del enano” donde se intersectan la vía troncal de la costa y la vía Pasaje, referente al cantón MACHALA, de la provincia de El ORO, lugar donde se crea un conflicto vehicular ya que a diario circulan grandes cantidades de vehículos.

posteriormente veremos las coordenadas del lugar de estudio con coordenadas “UTM WGS 84, ZONA 17 SUR”

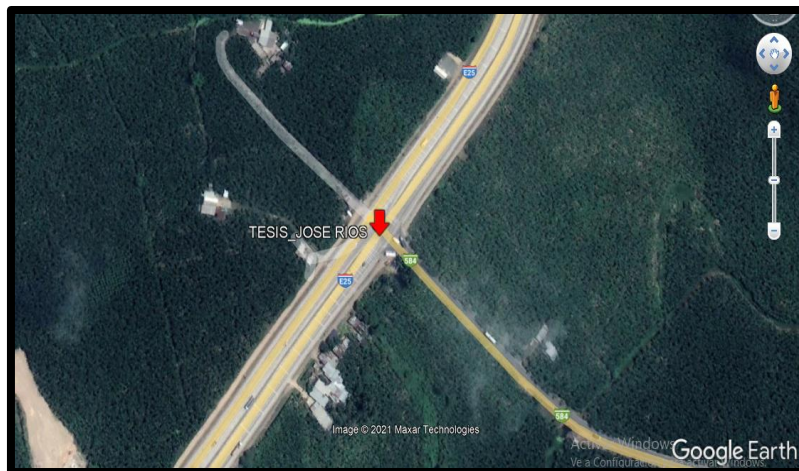
Tabla 1: Coordenadas de la ubicación de proyecto

ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
623396,00	9628523,00	23,00
623346,00	9628516,00	23,00
623371,00	9628494,00	23,00

Fuente: de elaboración propia

La intersección de las vías mencionadas se encuentra situada al Sur - Este de la ciudad de Machala.

Figura. 1: Intersección de la vía troncal de la costa y la vía Buenavista - Machala



Fuente: Google Earth Pro

Para la obtención de datos como el conteo vehicular en esta zona, conociendo las características geométricas de la vía, nos hemos ubicado en un punto central donde podemos realizar la lectura de los vehículos que transitan para diferentes destinos sean estos de:

- Machala – Santa Rosa
- Machala – Pasaje
- Pasaje – Machala
- Pasaje – Santa Rosa
- Santa Rosa - Machala
- Santa Rosa – Pasaje
- U otros destinos.

Figura. 2: Ubicación para el conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

4. DESARROLLO

4.1 Marco teórico

En nuestra investigación hemos seleccionado información como artículos científicos o normas la cual nos ayudará a construir la estructura de nuestro trabajo investigativo. Cuya investigación servirá para entender y tener una idea más clara sobre la cual nos estamos enfocando, siendo un excelente aporte para las entidades encargadas con proyectos viales siendo la comunidad las más beneficiadas.

Este trabajo es desarrollado con conocimientos que fui adquiriendo en el lapso de mi formación educativa, y actualmente dar mi aporte a la sociedad tratando de solucionar un problema de tráfico vial.

4.2 Fundamentación teórica

El proyecto es desarrollado seleccionado información referente a estudios de rotondas y congestionamiento vehicular y diseños de rotondas que nos servirá para elaboración del informe definitivo y conjuntamente usando equipo de primer nivel como la estación total para recopilar la información topográfica del sitio, posteriormente esta información tomada en campo nos servirá para la utilización del Civil 3D programa digital que vamos a utilizar para diseñar una rotonda. [7]

Diseñando de acuerdo a las normas establecidas en nuestro país como lo es la MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) así como también de las NEVI-12, de esta manera cumpliendo con los objetivos planteados en el proyecto, diseñando la mejor alternativa de acuerdo al sitio. [7]

4.3 Levantamiento topográfico

Consiste en la recolección de detalles catastrales el cual permite describir la composición de todo tipo de superficie (sólidos), donde podemos considerar este tipo de estudio como una descripción de una zona. [8]

Realizar este tipo de trabajos requiere de un estudio de alta precisión ya que posteriormente será diseñado en software de dibujos de diseños conocidos como CAD.

4.4 Vehicle tracking

Como lo indican en el artículo especializado, orienta al desarrollo de habilidades especiales, de uso libre, el cual permite diseñar la arquitectura de un dispositivo de seguimiento de vehículos que permite el control vehicular. [9]

Este programa permite el análisis de camino de barrido por el vehículo de diseño utilizado, el cual permite animaciones de caminos de vehículos directamente en el entorno o presentación de la pantalla de modelo CAD. [9]

También permite editar el cumplimiento de normas de seguridad que debemos cumplir a la hora de diseñar una rotonda, donde debemos tener en cuenta giros, ancho de calzada, etc.

4.5 Demanda vehicular

“Es la cantidad de vehículos que pasa por un punto de la vía tomando en cuenta las direcciones en un determinado tiempo”, para así poder identificar los problemas, generados por un número de vehículo que puede llegar a superar el diseño de intersección en el que realizan el conteo. [10]

4.6 Congestión vehicular

“Demora en la circulación de vehículos”. Es el retraso causado por una falta de planificación en una determinada zona vehicular específica, lo que trae como consecuencia que los conductores tardan en llegar a su destino. [11]

4.6.1 Definición de una rotonda.

Una rotonda es la intersección de dos vías la cual se encuentra ubicada en el centro, se caracteriza por ser una isla central que se encuentra rodeada por una calzada en forma circular, donde los vehículos circulan en sentido anti-horario intersectando varias vías.

Este tipo de diseño vial tiene como norma ceder el paso al vehículo que se encuentra dentro de la calzada circular, teniendo preferencia vial en cualquier punto de las intersecciones que se encuentran conectadas con la rotonda, que por lo general se encuentran donde se intersectan dos vías o más donde en cuya intersección se produce una congestión vehicular. [12]

La construcción de este sistema de rotonda genera una solución a la congestión vehicular, definiendo como congestión a la presencia de muchos vehículos circulando de forma lenta e irregularmente lo que ocasiona el entorpecimiento de los demás. [12]

4.6.2 *Ventajas y desventajas de una rotonda.*

Una rotonda tiene un nivel de seguridad mayor en cuanto a una intersección vial, esto se debe a que ofrece resolver soluciones en diferentes tipos de intersecciones, ya que esto dependerá de la velocidad de circulación porque una vez el conductor ingrese a la rotonda deberá reducir la velocidad, con esto logramos reducir el número de accidentes en el sitio ya que si fuera una intersección normal los vehículos tienden a chocar en 90°. [12]

La rotonda bien diseñada geoméricamente podría optimizar el tiempo de todos los conductores volviéndose altamente eficaz reduciendo el tiempo de espera en las intersecciones.

Por otra parte, este tipo de construcciones favorece al peatón ya que brinda seguridad puesto que existen islas deflectoras que permiten el paso, también favorece al medio ambiente porque siendo una isla de características geométricas amplias podría haber la intervención de adornos florales, en cuanto al costo podría resultar más económico que una intersección normal. [12]

Dado las indicaciones generales entonces nos enfocaremos en ventajas y desventajas respecto a: eficacia, seguridad, tráfico.

Tabla 2: Ventaja y desventajas

VENTAJAS	Seguridad	Reducen la gravedad de accidentes de tráfico de todos los usuarios, permitiendo un cambio de dirección de manera más segura.
	Eficacia	Se podrá tomar un cambio de dirección (giros o retornos) de manera más rápida, reduciendo el tiempo de espera a la mitad.
	Tráfico	Reduce las demandas vehiculares, lo cual genera una mejor fluidez vehicular.
DESVENTAJAS	Seguridad	Los conductores carecen de información, respecto a la funcionalidad de una rotonda.
	Eficacia	En caso de estar 100% llenas de vehículo, pierde su eficacia.
	Tráfico	Tienen su destino definido.

Fuente: Análisis y comparación de criterios de diseño geométrico en las rotondas modernas [13]

4.6.3 *Mini rotonda.*

Las mini rotondas se destacan como elementos de intersección su funcionalidad es brindar una circulación vehicular de manera eficiente, a diferencia con una rotonda normal es que estas son de diámetros relativamente pequeños entre 4 metros. [14]

4.6.4 *Característica de las rotondas.*

Las rotondas son diseñadas para resolver problemas en intersecciones donde se genere un conflicto vehicular, en países de primer mundo como Reino Unido crearon una norma en la cual básicamente todos las cumplen, esto es ceder el paso o dejar pasar al vehículo o los vehículos (tránsito) que se encuentra circulando por el anillo. [15]

Las características que conforma una rotonda son:

- **Isleta central.-** Esta se encuentra en el centro de una rotonda, generalmente son circulares, aunque no necesariamente, alrededor de ellas circula el tránsito, una característica importante de la isla central es que tiene una cota mayor a la calzada final. [13]

- **Isla partidora.** - Se encuentra ubicada en el centro de la vía por lo general tiene una forma triangular que lo caracteriza, la cual sirve para la separación del tránsito que entra y que sale, y así mismo generar protección a los peatones que intentan cruzar la vía. [13]
 - **Calzada circulatoria.**- “Está diseñada para que los vehículos transiten en una dirección esta sería contraria a las manecillas del reloj o solo hacia la izquierda, girando alrededor de la isleta central”. [13]
 - **Delantal.** - Este se encuentra ubicado entre la calzada y la isla central, es de gran utilidad para vehículos de grandes tamaños (largos). [13]
 - **Línea de entrada.** - Son líneas pintadas que se encuentran a la entrada de la calzada circulatoria. [13]
- Cruces accesibles a los peatones. - Sirve para brindar seguridad a los peatones y puedan cruzar de un lado de la vía hacia el otro, se encuentra ubicada atrás de una isla partidora con esto, generalmente lo conocemos como paso cebra. [13]
- **Franja ajardinada.** - Son la que separa a los vehículos de los peatones, se encuentra ubicada aproximadamente encima de los bordillos, y brinda ayuda a personas con problemas visuales sirviendo de guía para ellos. También sirve para mejorar estéticamente la intersección. [15]

La figura 3 es una imagen de una rotonda típica, donde nos indica las características para poderlas identificar a cada una.

Figura. 3: Características de una rotonda típica



Fuente: Norma y recomendaciones de diseño geométrico y seguridad vial [16]

4.6.5 Intersecciones.

Para dar solución a una intersección vial debemos conocer las características geométricas de las vías que se intersectan, como a su vez conocer el flujo de tráfico vehicular, para esto debemos de ayudarnos con la topografía. [17]

Conociendo las características generales de la vía con ayuda del levantamiento topográfico, nosotros los ingenieros nos ayudaremos con la presente norma para dar solución a la intersección vial, la norma nos ofrece algunos diseños típicos en función de los criterios generales: [1]

- **Priorización de los movimientos:** Dar preferencia a vehículos que hagan un movimiento más importante que los subsiguientes. [1]
- **Consistencia con los volúmenes de tránsito:** “El tamaño de la alternativa propuesta y la magnitud de los volúmenes de tránsito.” [1]
- **Sencillez y claridad:** El recorrido por la intersección no debe de ser complejo, ni realizar recorridos largos. [1]
- **Visibilidad:** El vehículo que trata de acceder a la intersección debe tener una visibilidad completa del conductor que se encuentra en la rotonda, dándole paso ya que tiene prioridad. [18]
- **Perpendicularidad de las trayectorias:** “Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto.” [1]

4.6.6 Intersecciones circulares.

Existen por lo menos 4 tipos de intersecciones circulares:

- **Rotondas:** son diseñadas para controlar el tráfico, cediendo el paso a todo tránsito entrante (principales), mientras que los secundarios deben parar antes de entrar a la rotonda. [15]
- **Rotatorias:** El sistema de intersección conocido como rotatorias se caracteriza por tener un diámetro de 100m aproximadamente, que a diferencia de una rotonda es que el tránsito principal será el entrante y el secundario sería el que se encuentra dentro de la rotonda esto se debe a que el tránsito principal tiende a tener velocidades altas. [15]
- **Círculos semaforizados:** Son intersecciones circulares de varias entradas vehiculares, que son controladas por una serie de semáforos que ayudan

controlan el tránsito. En el círculo semafórico el tránsito en el punto de ingreso a la rotonda debe ceder el paso. [15]

- **Círculos de tránsito barriales:** Este tipo de intersecciones son construidas en barrios o urbanizaciones donde la demanda de vehículo conjunto con la velocidad del mismo sea mínima. [15]

4.6.7 Análisis de la congestión vehicular.

La realización del análisis de un congestionamiento vehicular de una intersección es de vital importancia por ende debemos tener la mayor cantidad de información posible ya que así podríamos tener una idea más clara del problema y brindar una solución inmediata que vaya a garantizar un mejor flujo y direccionamiento vehicular. [19]

Para el análisis de nuestra intersección vial, hemos tomado como referencia la “Evaluación de la congestión vehicular: Av. Castro Benítez y Vía Pajonal.”, hemos tomado como referencia los materiales y métodos que aplicaron para realizar su conteo vehicular, y posteriormente nosotros poderlo aplicar en nuestra intersección. [19]

Para el conteo vehicular se utilizó el método de conteo manual de vehículos el cual consiste en estar en la intersección de la vía Troncal de la Costa y la vía Buenavista y contabilizar todos los vehículos que pasan por estas vías, detallando el direccionamiento que vayan tomando sea este en cualquier sentido que tomen, donde recomiendan estar un tiempo estimado de 12 horas en intervalos de 15 minutos. [19]

Cuando tengamos el conteo vehicular debemos reconocer cual es la vía por la que circulan más vehículos y así mismo determinar el número exacto de vehículos que tienen que tomar otras direcciones. [19]

4.7 Metodología de diseño

El diseño geométrico de una obra vial es un proceso que debemos seguir acorde a la normativa presente en nuestro país como la NEVI-12, tratando de cumplir con lo mínimo necesario para satisfacer una necesidad. [16]

4.8 Parámetros de diseño

“La Normativa Ecuatoriana Vial (NEVI-12) establece políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se debe cumplir en los proyectos viales para factibilidad los estudios de planificación, diseño y evaluación de los proyectos viales, así como para asegurar la calidad y durabilidad de las vías, mitigar el impacto ambiental y optimizar el mantenimiento del tráfico en las fases contratación, construcción y puesta en servicio.” En base a la normativa determinamos el diseño geométrico de nuestra rotonda como ancho de carriles e isletas, etc. [20]

4.9 Clasificación de las vías

“El ministerio de transporte de obras públicas (MTO), conjunto con las normas ecuatorianas (NEVI-12) clasifica a las redes viales en función del tráfico diario anual TDPA”. [1]

TABLA 4 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TDPA

Clasificación Funcional de las Vías en base al $TPDA_d$			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual ($TPDA_d$) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: NEVI-12 [1]

A continuación, damos a conocer las abreviaturas que utilizaron en la tabla 4:

“ $TPDA$: Tráfico promedio diario Anual”. [1]

“ $TPDA_d$ = $TPDA$ correspondiente al año horizonte o de diseño.” [1]

“En esta clasificación considera un $TPDA_d$ para el año horizonte se define como: $TPDA_d$ = Año de Inicio de Estudios + Años de Licitación, Construcción + Años de Operación.”

[1]

“C1= Equivale a carretera de media capacidad.” [1]

“C2= equivale a carreteras convencional básica y camino básico.” [1]

“C3= Camino agrícola / forestal.” [1]

Se define como años de operación (n); al tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo las siguientes consideraciones:

Proyectos de rehabilitación y mejoras..... n = 20 años

Proyectos especiales de nuevas vías..... n = 30 años

Mega proyectos nacionales..... n = 50 años

Entonces conforme nos indica la norma para estudios viales en el subcapítulo de proyectos viales, hemos considerado tomar un proyecto de rehabilitación y mejora el cual nos indica 20 años. Con el estudio topográfico y con la visita en campo conocemos que el tipo de terreno es llano

Tabla 3: Denominación de carreteras por su condición orográfica

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Fuente: nevi-12 [1]

Conociendo que el terreno es llano y utilizando la tabla 5 sobre la denominación por su condición orográfica determinamos que la máxima inclinación media es $i \leq 5$. Conociendo este dato podemos saber qué tipo de nivel de servicio presenta nuestra vía

4.10 Características y normas de diseño

4.10.1 Ley De Tránsito Nacional

Art. 41 Prioridades

“Todo conductor debe ceder siempre el paso en las encrucijadas al que cruza desde su derecha.” En el caso de una rotonda el vehículo que se encuentra circulando ya dentro de una rotonda será el principal y además en la mayoría de rotondas circulan hacia la izquierda. [21]

Art. 42 Adelantamiento

“El adelantamiento a otro vehículo debe hacerse por la izquierda” [21]

Art. 43 Giros en rotondas

“Para realizar un giro debe respetarse la señalización”. El tránsito que se encuentra dentro de la rotonda tiene prioridad ante el tránsito que intenta ingresar, aunque no en todos, pero deben tener una señalización previa. [21]

Art. 51 Velocidades máximas

La velocidad varía dependiendo la zona o tipo de vía, en nuestro caso sería una vía de primer orden (rural). Sería de 110 km. [21]

4.10.2 Reglamento aplicativo de la ley de caminos de la República del Ecuador

Radio de giro permitido.

El reglamento nos indica que las dimensiones que debe tener un giro exterior donde sus dimensiones vendrían a ser de 12 metros mientras que el mínimo radio de giro inferior cuyas dimensiones serían de 5.30 metros. [22]

4.11 Diseño geométrico de una rotonda

Para el diseño geométrico de nuestra rotonda tomaremos en cuenta las normas del libro verde de la AASHTO “**A Policy on geometric Design of Highways and Streets**” cuyo significado es: una política de diseño geométrico sobre carreteras y calles. [15]

4.11.1 Rotonda o glorieta.

Elementos fundamentales de diseño que debemos tener en cuenta a la hora de la construcción de una rotonda o glorieta, en base al espacio disponible y de la demanda vehicular.

Tabla 4: Comparación de categorías de rotondas

Elemento de Diseño	Minirrotonda	Rotonda de un solo carril	Rotonda Multicarril
Deseable entrada máxima velocidad	25 a 30 km/h	30 a 40 km/h	40 a 50 km/h
Número máximo de entrar en los carriles por aproximación	1	1	2+
Diámetro del círculo inscrito Típica	13 a 27m	27 a 55 m	46 a 91 m
Isleta central de tratamiento	Totalmente transitable	Elevado (puede tener delantal atravesable)	Elevada (puede tener delantal traspasable)
Típica volúmenes de servicio diario en la rotonda de 4 ramales por debajo de los cuales se puede esperar que opere sin necesidad de un análisis detallado capacidad (veh/día) *	Hasta aproximadamente 15.000	Hasta aproximadamente 25.000	Hasta aproximadamente 45.000 para rotondas de dos carriles

Fuente: Rotondas modernas: Guía informativa FHWA [15]

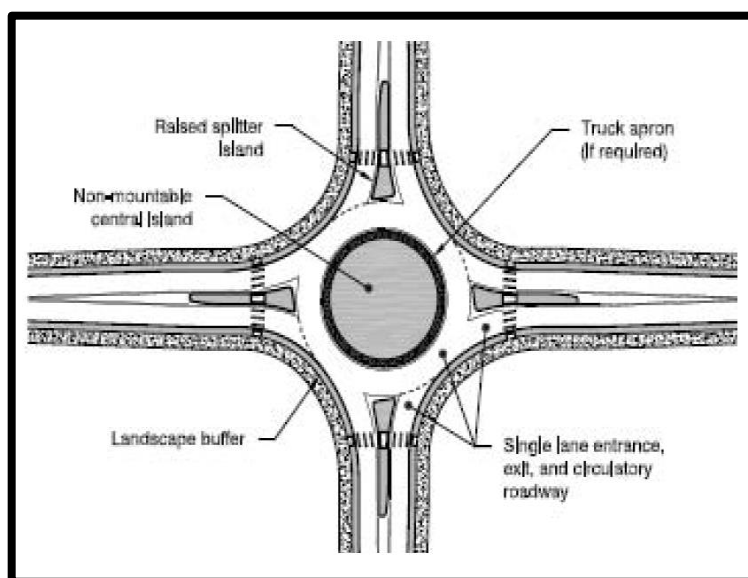
En esta tabla identificamos los 3 tipos de categorías que podríamos diseñar en base a una rotonda, que nos ayuda distribuir el tráfico respecto a los kilometrajes con que pueden entrar a la calzada circulatoria, conociendo el número de vehículos por carriles, además el diámetro del círculo inscrito, también la isleta y hasta el volumen de servicio diario. [15]

Según nuestro estudio topográfico hemos determinado la clasificación de nuestra rotonda como rotonda multicarriles.

4.11.2 Rotonda multicarriles.

Llamada multicarriles debido a que una de las entradas a la glorieta tiene más de dos carriles (por ejemplo, la entrada principal puede tener cuatro carriles y la entrada secundaria puede tener solo dos). [15]

Figura. 4: Características de una típica rotonda de tres carriles.



Fuente: Rotonda Moderna: guía informativa FHWA [15]

4.11.3 Diseño para usuarios no - motorizados.

Aquí nos referimos a las personas que circulan alrededor la rotonda calificados como usuarios no-motorizados, estos pueden que vayan a pie, en bicicleta o patines u otro tipo considerado como no motorizado.

Este tipo de diseño geométrico de una rotonda multicarriles debe considerar en el desarrollo de muchos de los componentes a los peatones, garantizando la seguridad a la circular alrededor de cualquiera de las vías.

Tabla 5: Dimensiones clave de diseño para usuarios no - motorizados

Usuario	Dimensión	Características de la rotonda de afectados
Ciclista.		
Duración	1.8m	Ancho de isleta partidora en cruce peatonal
Ancho mínimo de operación	1.2m	Ancho de carril ciclista en accesos; ancho de senda de uso compartido.
Peatones (caminar)		
Ancho	0.5 m	Ancho de vereda, ancho cruce peatonal
Usuario silla de ruedas		
Anchura mínima	0.75 m	Ancho de vereda, ancho de cruce peatonal
Ancho de operación	0.90 m	Ancho de vereda, ancho de cruce peatonal
Persona que empuja coche.		
Longitud	1.70 m	Ancho de isleta ancho partidora en cruce peatonal
Patinadores.		
Ancho de trabajo típico	1.8m	Ancho de vereda

Fuente: rotonda moderna: guía informativa FHWA [15]

Número y disposiciones de carriles.

Es importante diseñar una rotonda o glorieta que vaya en continuidad con la cantidad de carriles que existen en el ingreso, circulación, y salida, esto para que el conductor permanezca por su carril mientras este se encuentre circulando en la calzada circulatoria. [15]

4.11.4 velocidad de los vehículos.

La velocidad de un vehículo que pretende entrar a una rotonda para tomar cualquier dirección es de suma importancia para evitar cualquier tipo de conflicto vehicular o accidentes de tránsito.

Por lo que basándonos en las normas de diseño de una rotonda o glorieta las cual esta detallada en la tabla 6 (Rangos típicos de diámetro de círculos inscritos) y también en la ley de tránsito nacional para velocidades máximas, nos indica que para un diseño de rotonda multicarriles sería recomendable circular a una velocidad entre 40 a 50 km/h para brindar seguridad. [15]

4.11.5 Diámetro de círculo inscrito.

La distancia del círculo inscrito debe quedar diseñada de manera correcta para que la demanda vehicular pueda transitar sin ningún problema, teniendo en cuenta la velocidad de diseño.

Conociendo nuestro tipo de proyecto y con ayuda de las normas, la cual nos indica que para este tipo de rotondas multicarriles nos recomienda un diámetro de 67 a 91 metros aproximadamente. [15]

En la siguiente tabla 6, indicaremos lo que nos recomienda la guía informativa FHWA, respecto a las dimensiones comprendidas por el rango de diámetro de círculo inscrito común.

Tabla 6: Rangos típicos de diámetro de círculos inscritos

Configuración de Rotonda	Vehículo de Diseño Tipo	Rango de Diámetro de Círculo Inscrito Común *
Minirrotonda	SU-9	14 a 27 m
Rotonda de un solo Carril	B-12)	27 a 46 m
	WB-15	32 a 46 m
	WB-20	40 a 55 m
Multicarril rotonda (2 carriles)	WB-15	46 a 67 m
	WB-20	50 a 67 m
Multicarril rotonda (3 carriles)	WB-15	61 a 76 m
	WB-20	67 a 91 m

Fuente: rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

4.11.6 *Alineamiento de las aproximaciones.*

“El alineamiento no tiene por qué pasar por el centro de la rotonda; sin embargo, tiene un efecto primario sobre el diseño de entrada y salida. El alineamiento óptimo permite un diseño de entrada que proporcione una desviación adecuada y controle la velocidad, al tiempo que proporciona ángulos visuales adecuados para los conductores y equilibre los impactos de costos sobre la propiedad.” [15]

Tenemos que tratar de diseñar un alineamiento que acomoden los camiones grandes, así como también distribuir el tráfico correctamente, para garantizar un flujo correcto. [15]

4.11.7 *Ángulos entre ramales de aproximación.*

Los ramales de una intersección son las vías que se encuentran conectadas, para que el diseño de estos ramales garantice su correcta funcionalidad se recomienda que los ramales tengan ángulos perpendiculares entre sí, esto para que en las trayectorias más rápidas (vía principal), no lleguen a bajar la velocidad. [15]

4.11.8 *Isleta central.*

Para nuestro proyecto utilizaremos un tipo de isleta central de característica circular con una cota ligeramente mayor para tener alcance de visualización del tráfico entrante y saliente.

Cuyas dimensiones van a depender del círculo inscrito de nuestro proyecto y del número de carriles que colocaremos para una eficiente circulación.

4.11.9 *Ancho de entrada.*

Esto dependerá del número de carriles que tenga la vía o que vaya a tener en el diseño impuesto, ya que la norma establece que para anchos de carriles de dos entradas la distancia sería de 7.3 a 9.1 metros y si el número de carriles aumenta a tres el ancho también aumentaría entre 11 y 13.7 metros. [15]

4.11.10 *Ancho de la calzada circulatoria.*

La distancia dependerá mucho de la cifra de carriles de entrada y el ingreso a la calzada considerado por este último que debería tener un incremento de entre 8% al 15% aproximadamente. Lo que quiere decir que si diseñamos una vía de entrada de dos carriles tendríamos un ancho de calzada de entre 8.5 a 9.8 metros, lo mismo aplicaría si tuviéramos una vía de tres carriles el ancho de la calzada sería de entre 12.8 a 14.6 metros. [15]

Esto garantiza que el conductor haga una buena maniobra a la hora de realizar el giro hacia la izquierda de la rotonda o a su vez que siga de largo. [15]

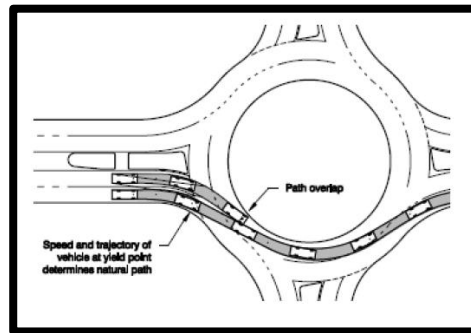
4.11.11 *Geometría de la entrada.*

La geometría de entrada es la que garantiza un direccionamiento vehicular eficaz, ya que gracias a ella podemos controlar las velocidades de los vehículos, así como también la visibilidad del tráfico que se encuentra en la rotonda. [15]

La norma recomienda que debemos superar los 20 metros en los radios de entrada de la rotonda, esto debido a que con esto evitamos que los vehículos friccionen lateralmente provocando accidentes.

Cuando los radios son demasiados pequeños provocamos lo que se lo denomina como traslape vehicular, ocasionando caos. En la siguiente imagen podemos apreciar lo que significa traslape vehicular. [15]

Figura. 5: Traslapo de trayectoria vehicular de entrada

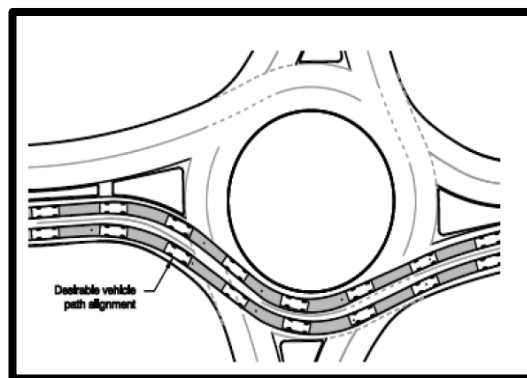


Fuente: rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

Para evitar este tipo de traslapos vehiculares la guía informativa FHWA de conjunto con el libro verde de la ASSHTO, recomienda utilizar un radio de entre 53 a 84 metros, ya que esto nos garantiza la velocidad de diseño antes mencionada que era de entre 40 y 50 km/h en la calzada circulatoria. [15]

A continuación, mostraremos cómo sería el tráfico vehicular con el radio recomendado por la norma:

Figura. 6: Alineamiento deseable de trayectoria vehicular



Fuente: rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

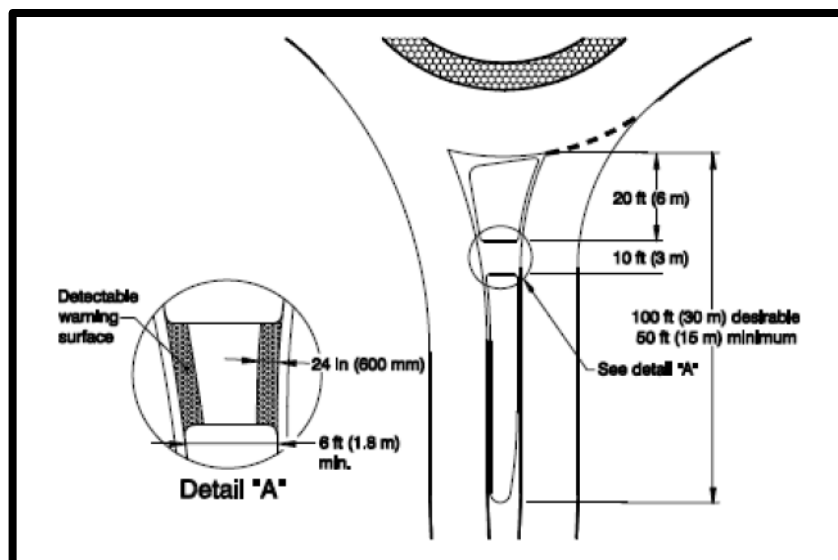
4.11.12 Isletas partidoras.

Las isletas de entradas son las que se encuentran ubicadas en la entrada y salida del tráfico vehicular, de igual forma son de suma importancia ya que de ellas también depende el control de entrada de la velocidad de un vehículo y a su vez también para evitar el traslapeo vehicular antes mencionado y mostrado en la figura 7. [15]

Estas isletas se caracterizan por brindar refugio a los peatones que pretende cruzar la vía de un punto a otro, deben estar completamente señaladas

Para brindar una buena visibilidad sobre los vehículos y para brindar seguridad la norma recomienda una isla partidora de entre 15 a 30 metros, cabe recalcar que mientras más ancha sea una isla partidora mayor será la distancia del círculo inscrito. [15]

Figura. 7: Dimensiones mínimas de la isleta partidora



Fuente: rotondas modernas: guía informática FHWA [15]

La guía del libro verde de ASSHTO recomienda que el diseño de isletas tenga un ingreso en forma de embudo con la finalidad de frenar a los vehículos.



4.11.13 Curvas de salida.

La norma indica que las curvas de salidas deberían estar diseñadas igual que las curvas de entrada ya que prácticamente cumple la misma función. [15]

4.11.14 Consideraciones de vehículos de diseño.

El vehículo de diseño suele ser un factor dominante ya que este cuenta con grandes dimensiones, para el nuestro diseño utilizaremos un vehículo conocido por la normativa NEVI-12 como 2S2 (tractor camión de 2 ejes y semirremolque de 2 ejes). [15]

Figura. 8: Características del vehículo de diseño

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S2			38	20,50	2,60	4,30

Fuente: NEVI-12 [1]

Nuestra rotonda debe estar diseñada de tal forma que permita el ingreso, buena circulación dentro de la calzada circulatoria como en la salida de una rotonda, con las dimensiones dadas anteriormente recomendadas por la norma.

Debemos considerar que este tipo de vehículo como 2S2 no se va a encontrar solo en la calzada circulatoria, sino que más bien contará con vehículos a sus alrededores por lo que el ancho de carril debe tratar de acomodar a todo el tráfico que se encuentra circulando. [15]

4.11.15 Ancho de giro recomendable para vehículos pesados.

En toda construcción de ingeniería civil se diseña para un escenario poco favorable al momento de llevar a cabo la ejecución de la obra.

Entonces para el ancho de giro del vehículo antes mencionado (2S2) conocido por la NEVI-12 como tractor camión de 2 ejes y semirremolque de 2 ejes, con un largo de 20.50 metros, de ancho de 2.60 metros y de altura de 4.30 metros. La norma para el diseño de las carreteras regionales, nos recomienda: [1]

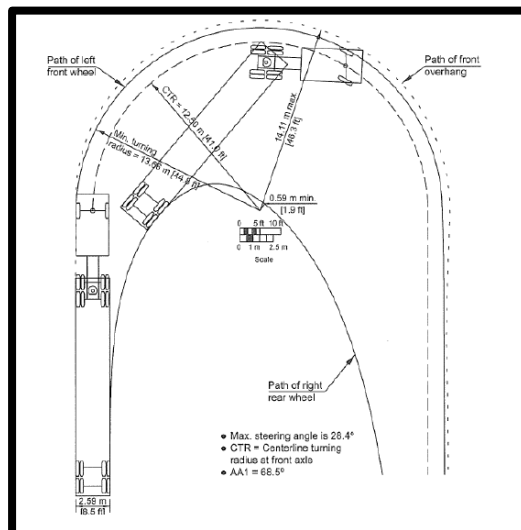
Para la utilización de la tabla 10 se debe saber que el valor de f hace referencia al círculo inscrito (f), y para conocer el ancho recomendable es el valor de g en la columna de bus mínimo. [1]

Tabla 7: Ancho de giro recomendable para rotondas entre cunetas, g, para vehículos pesados, en metros

Diámetro del círculo inscrito, f	Vehículos de diseño	
	California mínimo	Bus mínimo
91.4	6.6	5.2
85.3	6.6	5.2
79.2	6.9	5.2
73.2	7.0	5.3
67.1	7.3	5.3
61.0	7.6	5.5
57.9	7.8	5.5
54.9	8.1	5.6
51.8	8.4	5.8
48.8	8.7	5.8
45.7	9.1	5.9
42.7	9.6	6.1
39.6	10.2	6.2
36.6	11.1	6.4
33.5	12.3	6.7
30.5	*	7.0
29.0	*	7.2

Fuente: normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales [1]

Figura. 9: Radios de giros de Camiones C2S2



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2011 [15]

Siguiendo las indicaciones del “Reglamento aplicativo de la ley de caminos de la República del Ecuador” que se encuentran basadas en las normas del libro verde de la ASSHTO “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” determinamos el radio de giro exterior y mínimo radio de giro inferior.

- Radio de giro exterior: 12 metros.
- Radio de mínimo de giro inferior: 5.30 metros.

4.11.16 *Distancia visual.*

Así como debemos tener en cuenta una característica física de una intersección ya sea el delantal, isla central, ancho de la calzada, etc. También la parte visual de detención a la entrada o estando en circulación de la rotonda, debe visualizarse de tal manera que el conductor pueda reaccionar a tiempo ante los objetos y otros conductores que se encuentran en la zona de conflicto, como los motorizados, peatones o ciclistas. [15]

En la guía de rotondas modernas consideran que los dos aspectos más importantes en la distancia visual de una rotonda son:

4.11.17 *Distancia visual de detención.*

Este trayecto es el que observa el conductor de un vehículo, que se encuentra circulando en una vía, el cual debería observar y tratar de detenerse antes de ingresar a una rotonda.

Tabla 8: Distancia visual de detención (sistema métrico)

Velocidad (km/h)	Computarizada Distancia * (m)
10	8.1
20	18.5
30	31.2
40	46.2
50	63.4
60	83.0
70	104.9
80	129.0
90	155.5
100	184.2

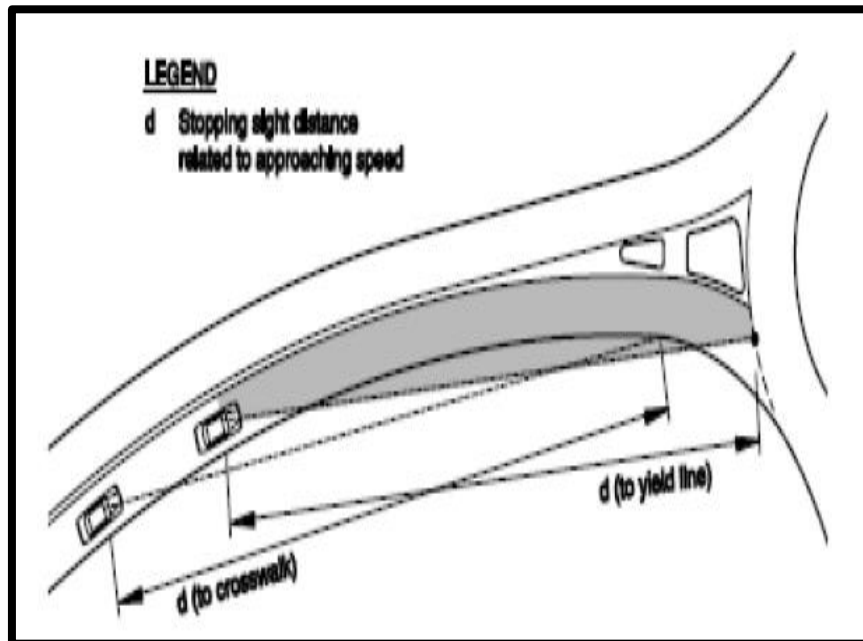
Fuente: Rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

En la tabla 8, nos detalla la velocidad en función a la distancia visual de detención con la que debería circular un vehículo antes de ingresar a una rotonda.

El libro verde de la AASHTO nos indica la distancia de la señalización de detención para prevenir un accidente de tránsito, la misma que debe de estar a una altura supuesta de los ojos del conductor que es de 1.08 metros y una altura supuesta de objeto de 0.60 metros, indicándonos también que como mínimo debemos observar estos puntos visuales en tres lugares críticos como mínimo:

1. Distancia visual en la aproximación.

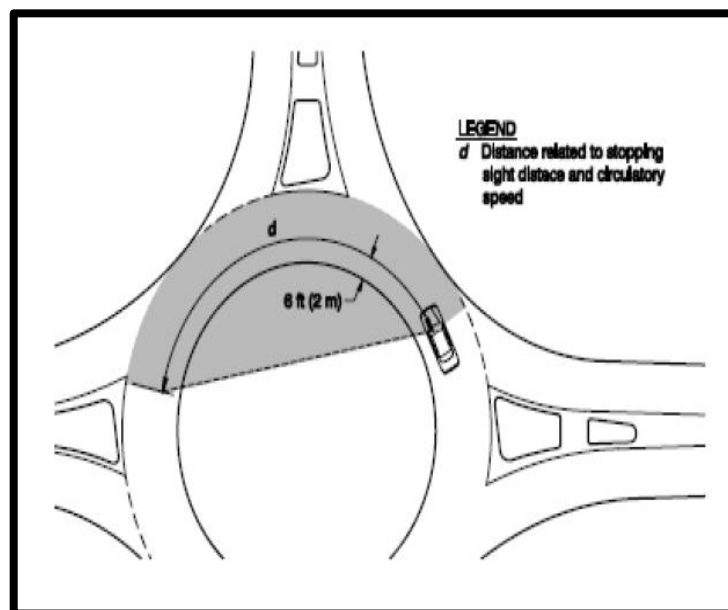
Figura 10: distancia visual de detención en la aproximación



Fuente: rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

2. Distancia visual de calzada circulatoria.

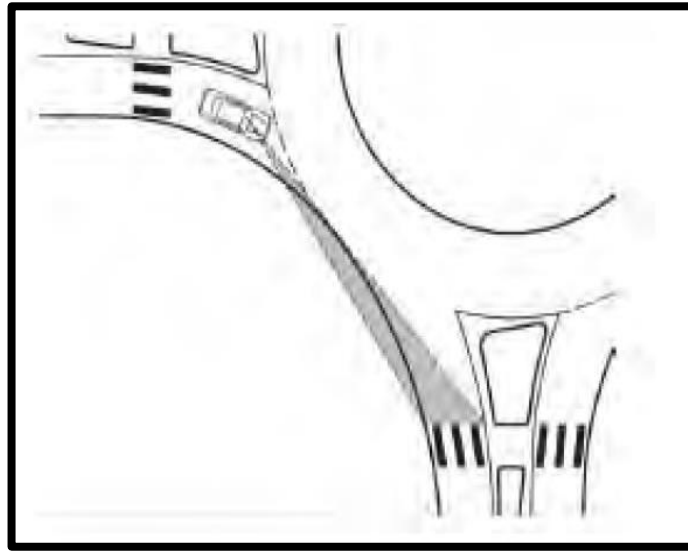
Figura 11: Distancia visual de detención en la aproximación



Fuente: Rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

3. Distancia visual a cruce peatonal en la salida.

Figura 12: Distancia visual de detención en la calzada circulatoria



Fuente: Rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

4.11.18 *Distancia visual de intersección.*

Un conductor que circula en una vía sea ésta principal o secundaria, antes de toparse con el otro conductor que se encuentra en la otra vía sea esta también principal o secundaria, la distancia debe ser lo suficientemente factible para que estos conductores reaccionen a tiempo y no generen un caos vehicular.

Para medir esta distancia visual de intersección el libro verde de la AASHTO nos indica que debe de ser a 1.08 metros (altura de los ojos) y una altura de objeto de 1.08 metros. [15]

En la tabla 9 indicaremos las distancias que debe tener estos dos conductores para que no generen un caos.

Debemos indicar que esta tabla se encuentra en función de la velocidad con la que entra, sale o se encuentra en la calzada circulatoria, y la distancia calculada dependerá del tiempo conocido como “distanciamiento crítico de entrada al camino principal”, este tiempo es relativamente corto ya que va desde 4.5 segundos a 6.5 segundos según la norma ASSTHO, lo cual lo mostraremos a continuación: [15]

Tabla 9: Longitud calculada de lado conflictivo de triángulo visual de intersección

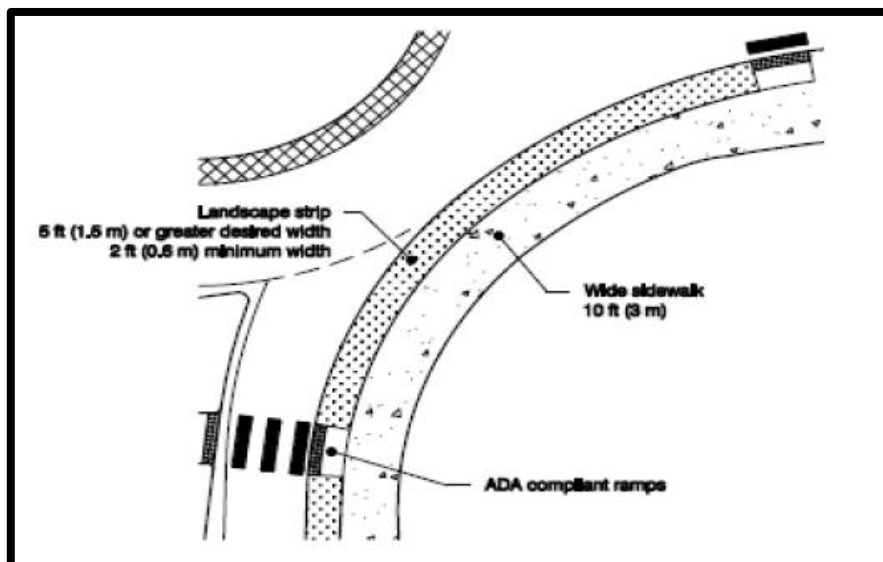
Velocidad de Aproximación Conflictiva (km/h)	Distancia Calculada (m)
20	28
25	35
30	42
35	49
40	56

Fuente: Rotondas modernas: guía de informativa FHWA [15]

4.11.19 *Consideración de diseño para peatones.*

La guía informativa FHWA de conformidad con la AASHTO nos indica que debemos dejar libres 1.5 metros desde la calzada circulatoria y en este sitio colocar una franja ajardinada para la protección del peatón.

Figura. 10: Ejemplo de tratamiento de vereda



Fuente: rotondas modernas: guía informativa FHWA [15]

4.11.20 *Reductores de velocidad.*

Este tipo de elementos considerados como reductores de velocidades provocan únicamente la demora de llegada de un conductor. Por lo que es recomendable colocar bandas sonoras para el diseño de una rotonda colocándolas antes del ingreso de la calzada circulatoria. [23]

Este tipo de elementos que pueden ser colocados a un costado o transversal a la vía, en la que tengamos pensado colocarlos sirviendo como medida de seguridad considerada de bajo costo. Tiene una forma rugosa la cual genera fuertes vibraciones y sonido al momento que un conductor pasa por encima de este. [23]

“Donde nos recomiendan colocarlos cada 4 metros por una distancia aproximada de 50 metros en sentido transversal a la vía”. [24]

5. DISEÑO DE UNA ROTONDA COMO ALTERNATIVA PARA LA INTERSECCIÓN DE LA VÍA TRONCAL DE LA COSTA Y LA VÍA BUENAVISTA MEDIANTE EL SOFTWARE DE DISEÑO CIVIL 3D, HERRAMIENTA (VEHICLE TRACKING 2018).

Para diseñar una rotonda en Civil 3D debemos primero recolectar datos en el sitio, para esto nos ayudamos con un levantamiento topográfico (Estación Total), herramienta de medición que nos ayuda a medir y georreferenciar nuestro proyecto.

Posteriormente con los datos obtenidos en el campo procedemos a diseñar nuestra rotonda con ayuda del Software Civil 3D y con ayuda de la guía de rotondas modernas basadas en el libro verde de la AASHTO “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” procedemos a orientar los pasos para el diseño de una rotonda en el programa ya mencionado.

Paso 1.- Selección del tema.

Paso 2.- Levantamiento topográfico con la estación total en la intersección de la vía troncal de la costa y la vía Buenavista.

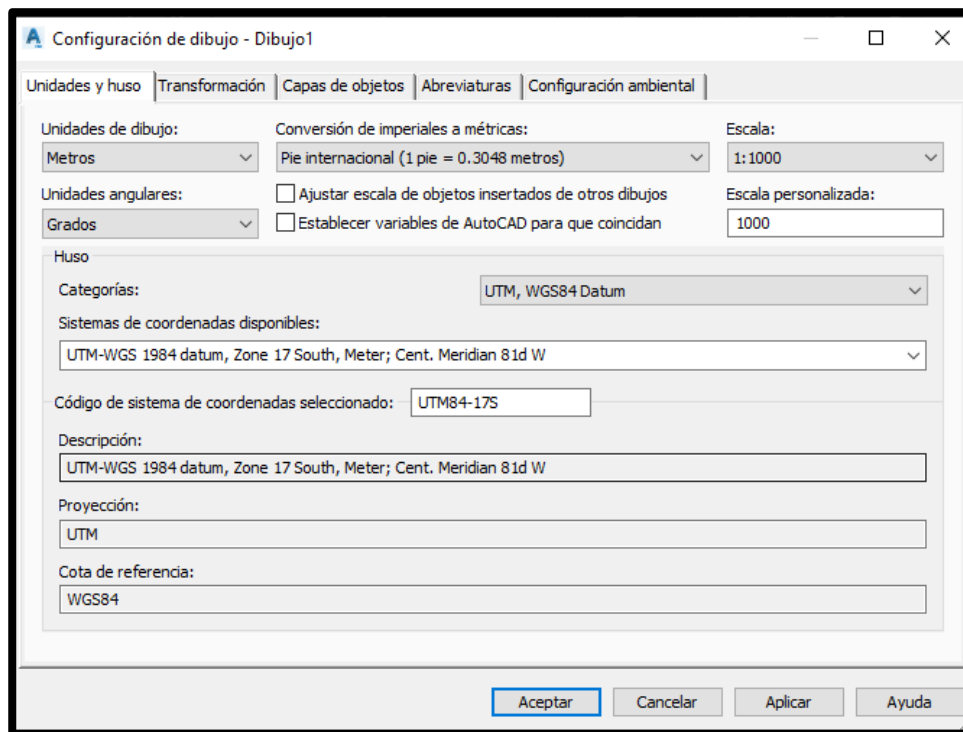
Debido a que al realizar un tipo de medición con una herramienta de topografía como lo es la estación total nos garantizara obtener una precisión más exacta respecto a otros tipos de mediciones ya que esta herramienta cuenta con un láser el cual nos permite obtener la información del punto o detalle para posteriormente diseñar en el programa Civil 3D. [25]

Paso 3.- Con los detalles obtenidos en campo y luego de bajar la información de la estación total, en un archivo Txt. Se procedió a llevarlo al programa Civil 3D, donde procederemos posteriormente a diseñar la intersección enfocándonos en una rotonda,

cumpliendo con las normativas NEVI-12 manual otorgado por el “Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO)”.

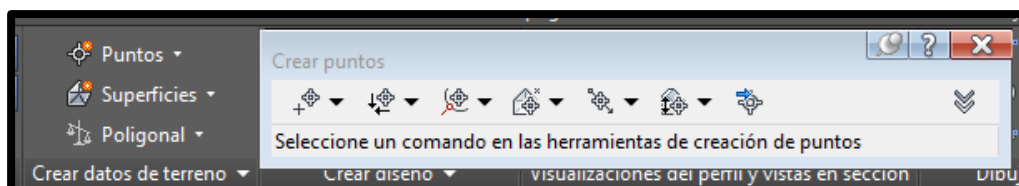
Paso 4.- Configuramos el dibujo (modelo, configuración de dibujo), en Civil 3D.

Nos ubicamos en nuestro país Ecuador, para posteriormente colocar las coordenadas UTM – WGS 84, en nuestra zona 17 sur, con las unidades de dibujo métricas, a una escala determinada.

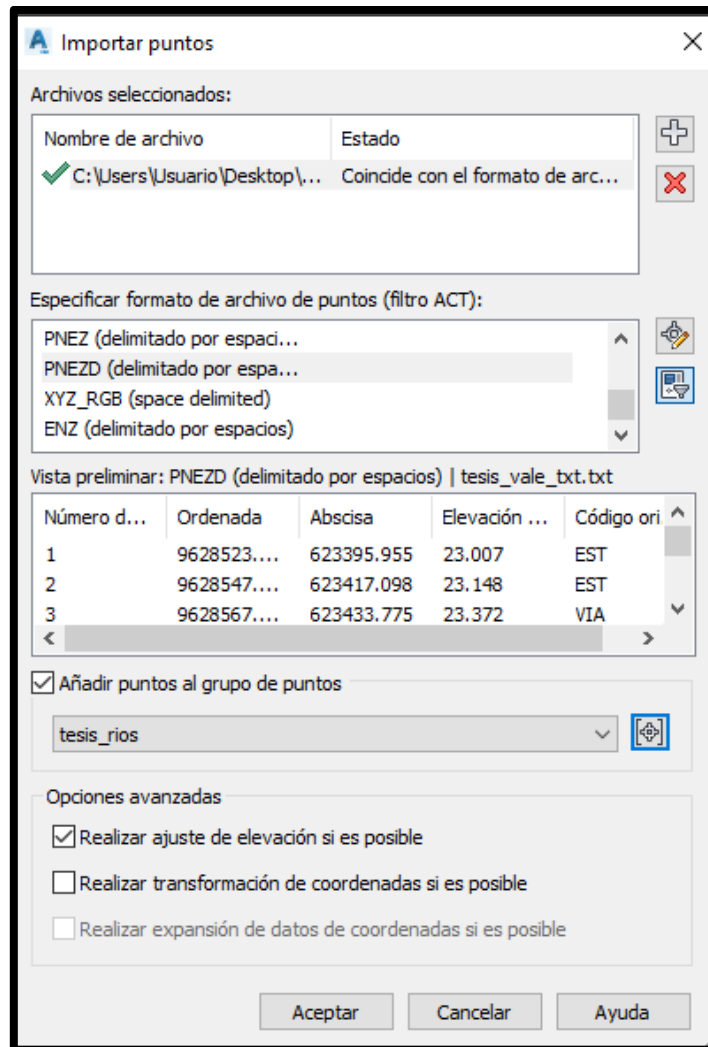


Paso 5.- Creación de puntos: importamos los puntos que fueron bajados de la estación en archivo Txt, para posteriormente poderlos cargar en el programa.

Nota: Civil 3D podemos subir archivos como Txt, Csv, entre otros que de igual forma el programa los leería y graficaría como puntos.



Al grupo de punto que subiremos le podremos como nombre “Tesis_ríos”, recalando que esto puede tener cualquier nombre.

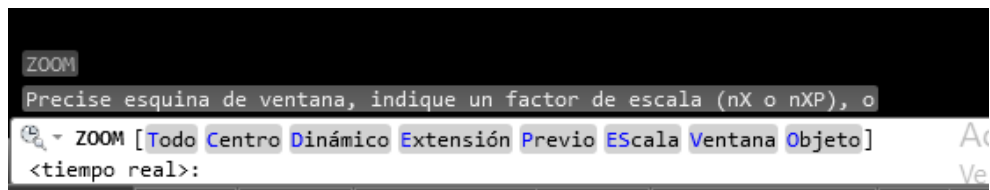


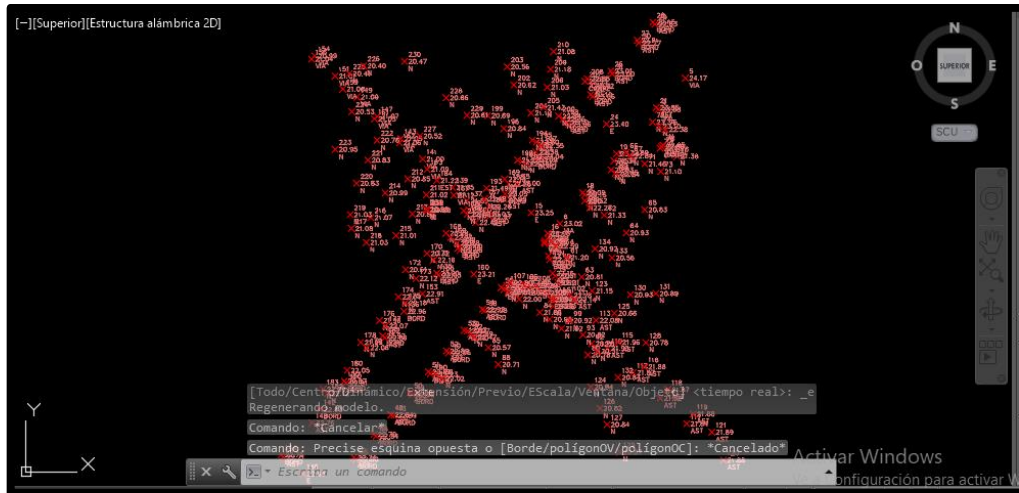
Paso 6.- Visualización de puntos en MODELO (Ventana gráfica principal).

Para visualizar los puntos que fueron importados en el paso 5, damos

Z (ZOOM) y posteriormente ENTER.

E (EXTENSIÓN) y posteriormente ENTER.





Aquí podemos visualizar todos los puntos que hemos tomado como referencia en la intersección de la Vía Troncal de la Costa y la Vía Buenavista.



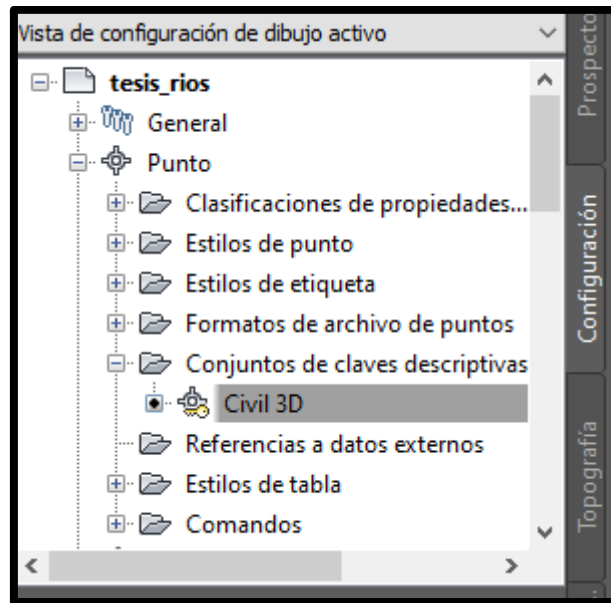
Detalle de un punto tomado con la estación, visualización de:

NÚMERO DE PUNTO = 5

ELEVACIÓN = 24.17

DESCRIPCIÓN = VIA

Paso 7.- Clave descriptiva, sirve para ubicar los puntos ya que son varios se los ordena por colores y estilos de puntos, esto permite al diseñador tener una mejor visualización del trabajo digital.



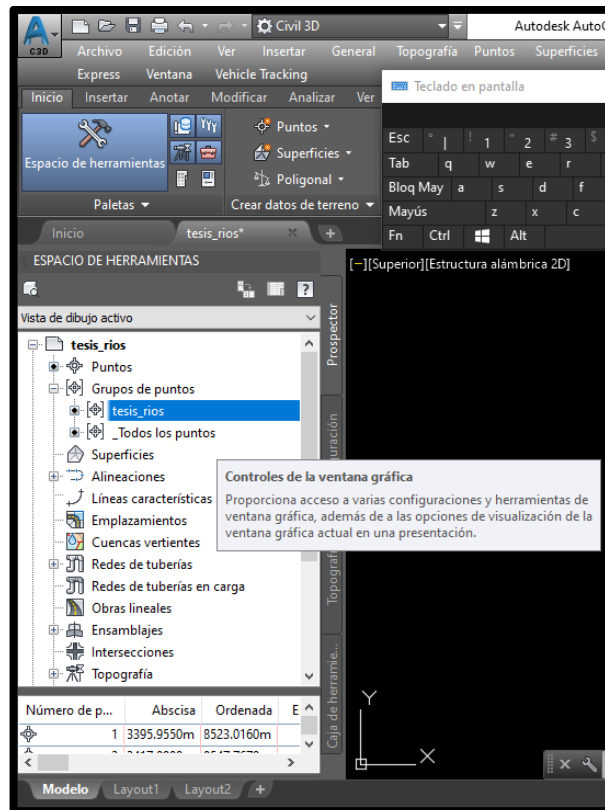
Click derecho en la opción CIVIL 3D luego escogemos editar.

Código	Estilo	Estilo de etiqueta d...	Formato	Capa	Parámetro de ...	Factor de escal...	Usar escala de ...	Aplicar a X-Y	Aplicar a Z	Parámetro
AST	<input checked="" type="checkbox"/> _AST	<input checked="" type="checkbox"/> _AST	\$*	<input checked="" type="checkbox"/> V-NODE-SSWR	<input checked="" type="checkbox"/> Parámetro 1	<input type="checkbox"/> 1.000	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Paráme
BORD	<input checked="" type="checkbox"/> _BORD	<input checked="" type="checkbox"/> _BORD	\$*	<input checked="" type="checkbox"/> V-CTRL-HCPT	<input checked="" type="checkbox"/> Parámetro 1	<input type="checkbox"/> 1.000	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Paráme
CANAL	<input checked="" type="checkbox"/> _CANAL	<input checked="" type="checkbox"/> _CANAL	\$*	<input checked="" type="checkbox"/> V-NODE-TREE	<input checked="" type="checkbox"/> Parámetro 1	<input type="checkbox"/> 1.000	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Paráme
E	<input checked="" type="checkbox"/> _E	<input checked="" type="checkbox"/> _E	\$*	<input checked="" type="checkbox"/> V-NODE-TREE	<input checked="" type="checkbox"/> Parámetro 1	<input type="checkbox"/> 1.000	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Paráme
N	<input checked="" type="checkbox"/> _N	<input checked="" type="checkbox"/> _N	\$*	<input checked="" type="checkbox"/> V-NODE-TREE	<input checked="" type="checkbox"/> Parámetro 1	<input type="checkbox"/> 1.000	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Paráme
VIA	<input checked="" type="checkbox"/> _VIA	<input checked="" type="checkbox"/> _VIA	\$*	<input checked="" type="checkbox"/> V-NODE-TREE	<input checked="" type="checkbox"/> Parámetro 1	<input type="checkbox"/> 1.000	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Paráme

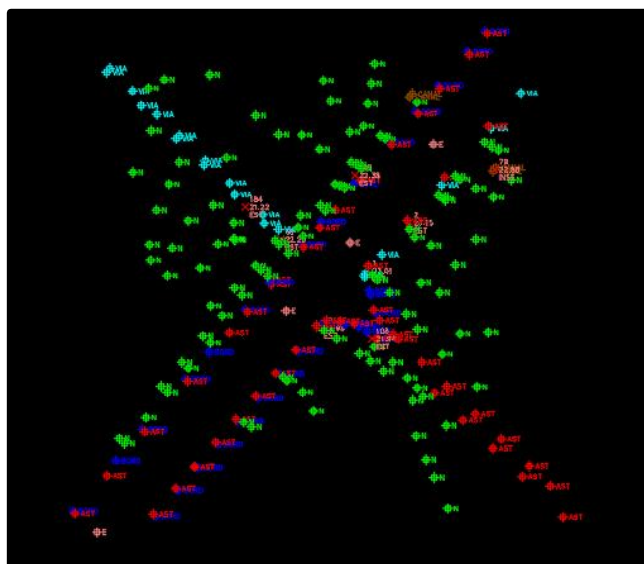
Editamos todos los detalles por colores, esto se hace para tener una idea más clara sobre el trabajo hecho en campo.

Luego nos vamos a **PROSPECTO**, para luego ir a grupo de punto y seleccionar el nombre que le dimos al inicio al grupo de puntos que subimos (**Tesis_rios**)

Le damos click derecho en el grupo de putos ya mencionado y luego seleccionamos **“Aplicar claves descriptivas”**

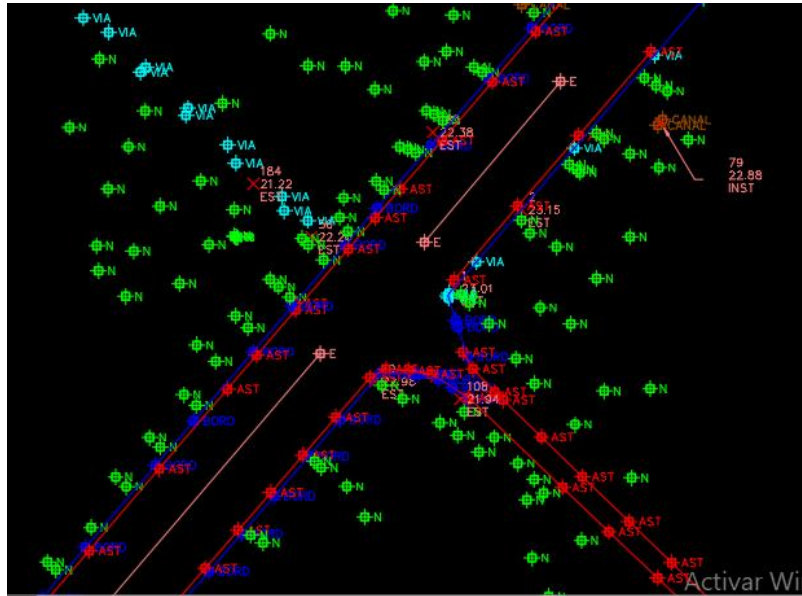


En la ventana de modelo se apreciará los colores que le dimos a cada uno de los detalles que tomamos a la hora de hacer el levantamiento.

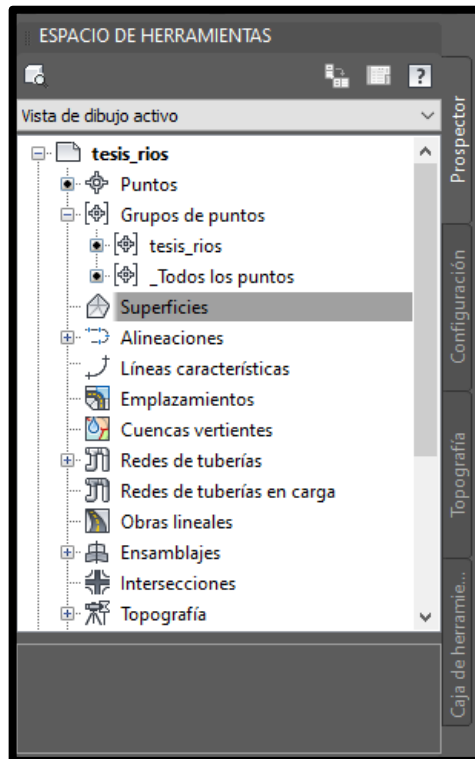


Aquí podemos diferenciar mejor todos los detalles.

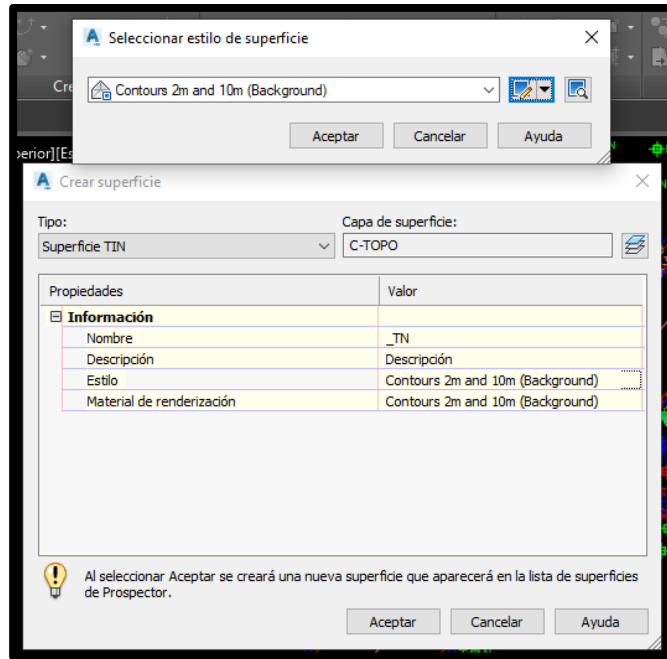
Paso 8.- delimitación de la vía, actualmente está construida y se encuentra en funcionamiento, por lo que solo procedemos a delimitar la zona de trabajo.



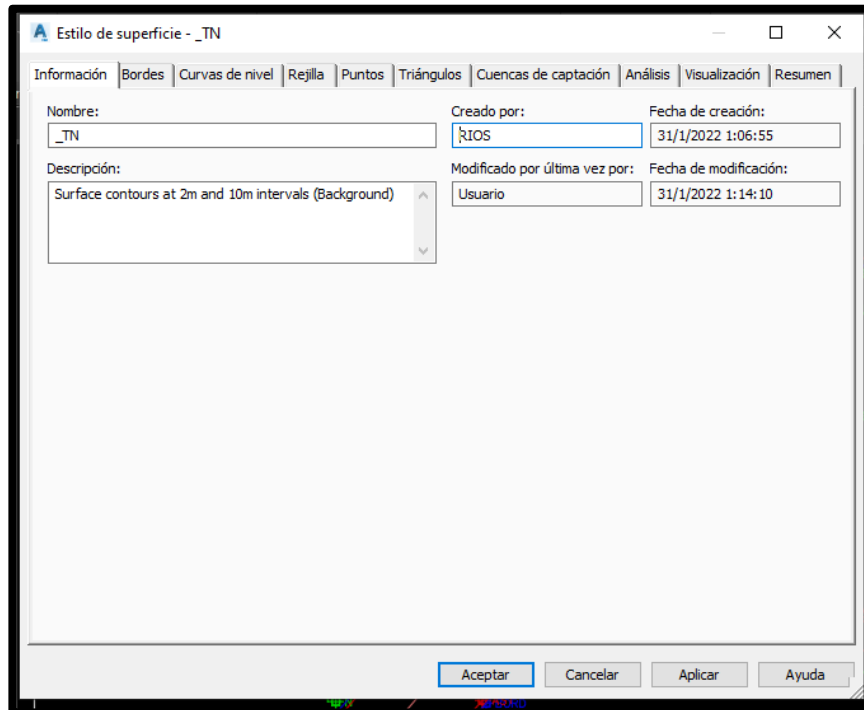
Paso 9.- creación de superficie, para esto nos ubicamos en el espacio de herramienta, **PROSPECTO** y luego en **SUPERFICIES**.



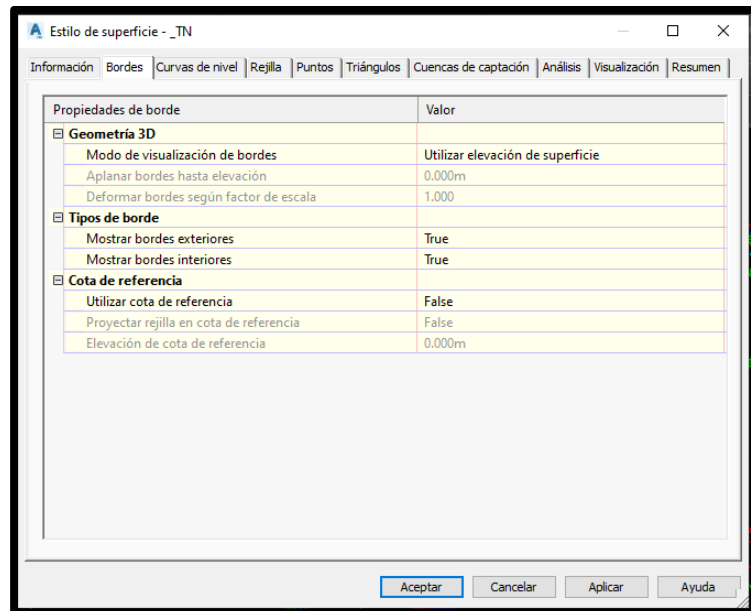
Creamos la superficie de nombre “_TN” (Terreno Natural).



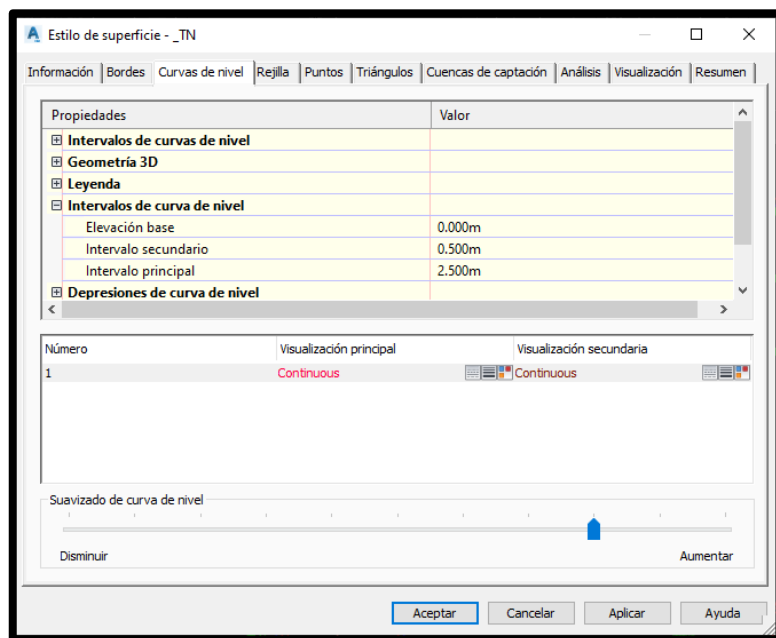
Paso 10.- Editamos estilos de superficie, en información como el nombre y creador



En la ventana de borde no editamos nada, mantenemos los valores que nos da Civil 3D.



Editamos la otra ventana, curvas de nivel en la sección de intervalos de curvas de nivel para colocar un intervalo acorde a nuestra zona topográfica.

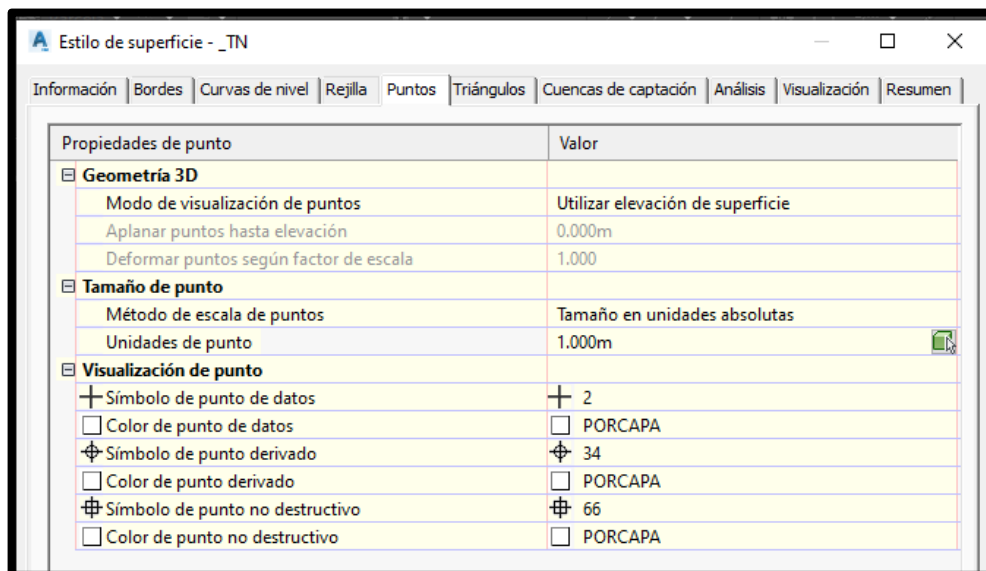


Luego seguimos con el suavizado de las curvas de nivel cambiando de FALSE a **TRUE** y con esto suavizamos e la barra de abajo al **80%**



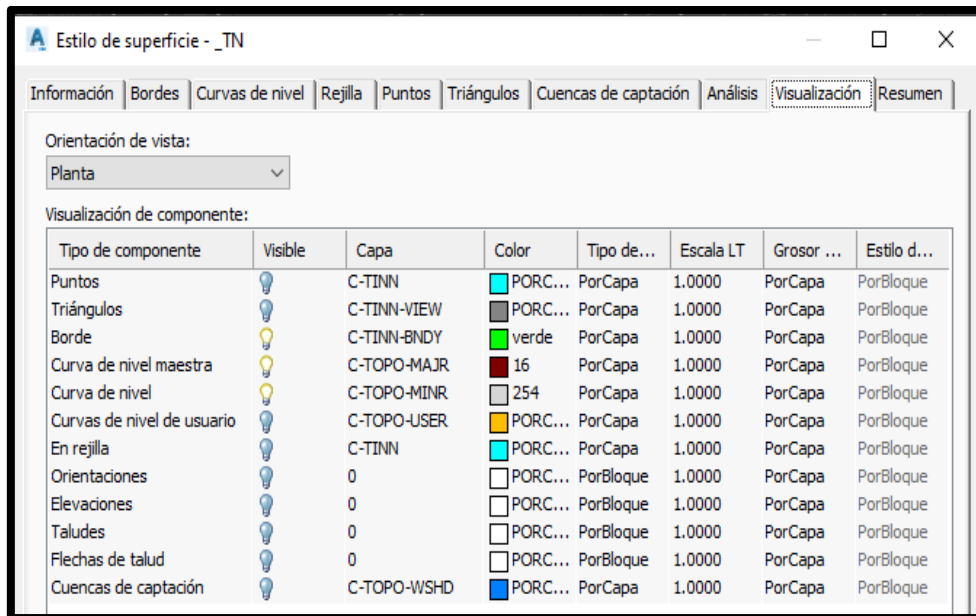
En la ventana de rejilla no cambiamos mantenemos.

En la ventana de punto editamos en la sección de tamaño de punto, unidades de punto a 1m, esto se hace para ver mejor los puntos a la hora de diseñar.



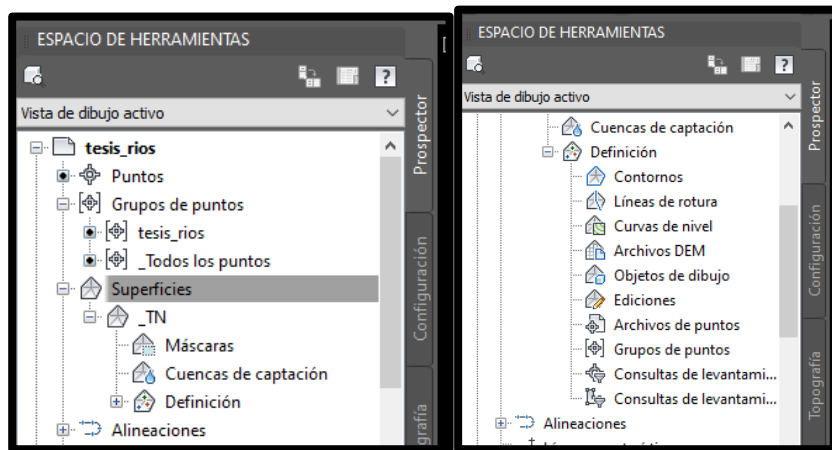
En la sección de **TRIÁNGULOS, CUENCAS DE CAPTACIÓN, ANÁLISIS**, mantenemos los valores que nos da el **Civil 3D**.

En la ventana de **VISUALIZACIÓN** encendemos los 3 tipos de componentes, Borde, Curva de nivel maestra, Curva de nivel.

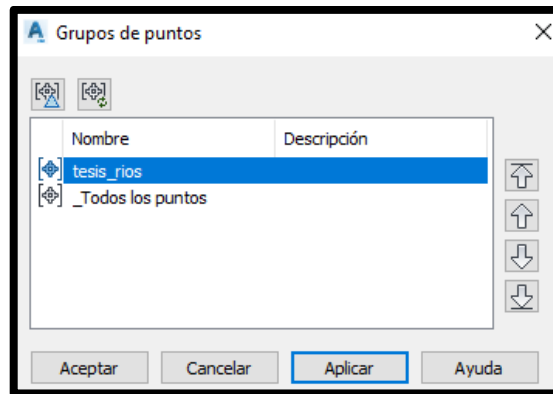


Finalmente damos en aceptar a todo.

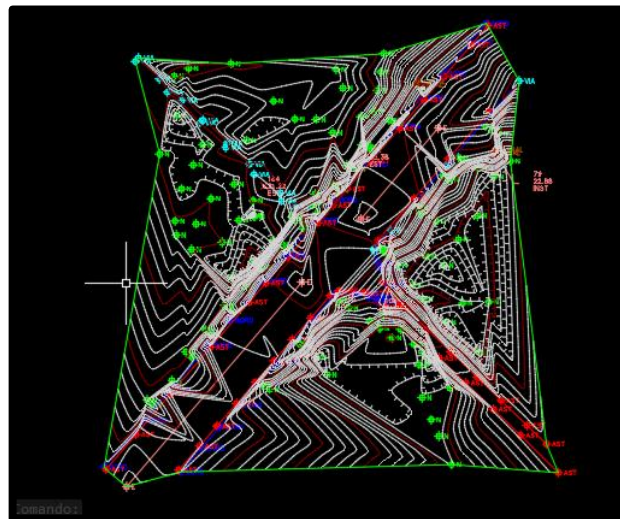
Paso 11.- Crearemos una superficie a partir de un grupo de puntos, para ello nos vamos a prospector, en la sección superficie, definición y luego grupo de puntos.



Añadimos el grupo de puntos, nombrado anteriormente como “tesis_rios”. Aplicamos y aceptamos.

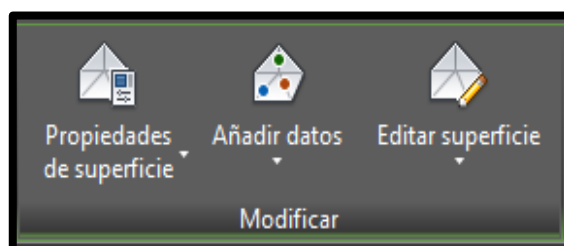


Posteriormente vemos las curvas de nivel como son creadas con los valores que fuimos ingresando.



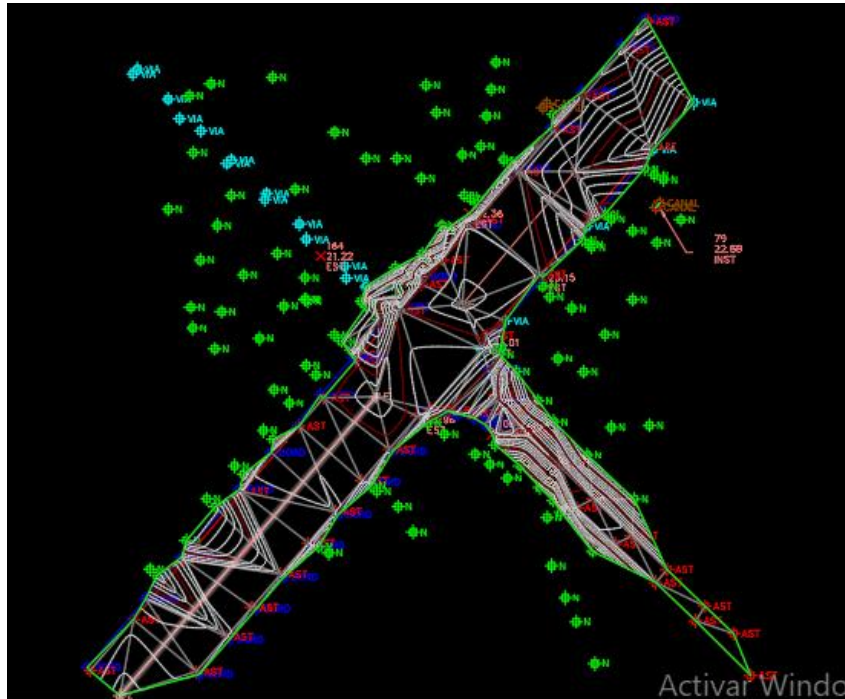
Paso 12.- Editamos la superficie, para esto utilizaremos la opción **SUPRIMIR LÍNEA**, para dejar marcada la limitación de nuestro diseño vial acorde a lo levantado en el campo.

Damos clic en cualquiera de las líneas de la superficie.



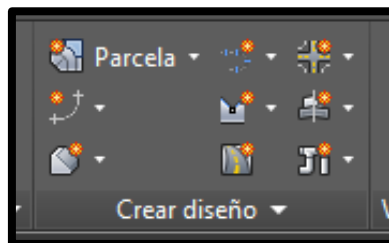
Luego escogemos la opción suprimir línea.

Y seleccionamos hasta formar la intersección conocida, en nuestro caso de 3 ramales



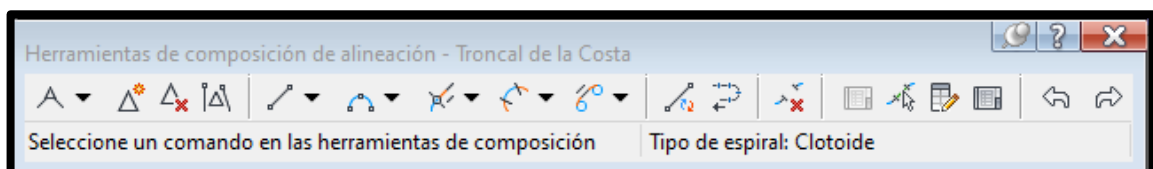
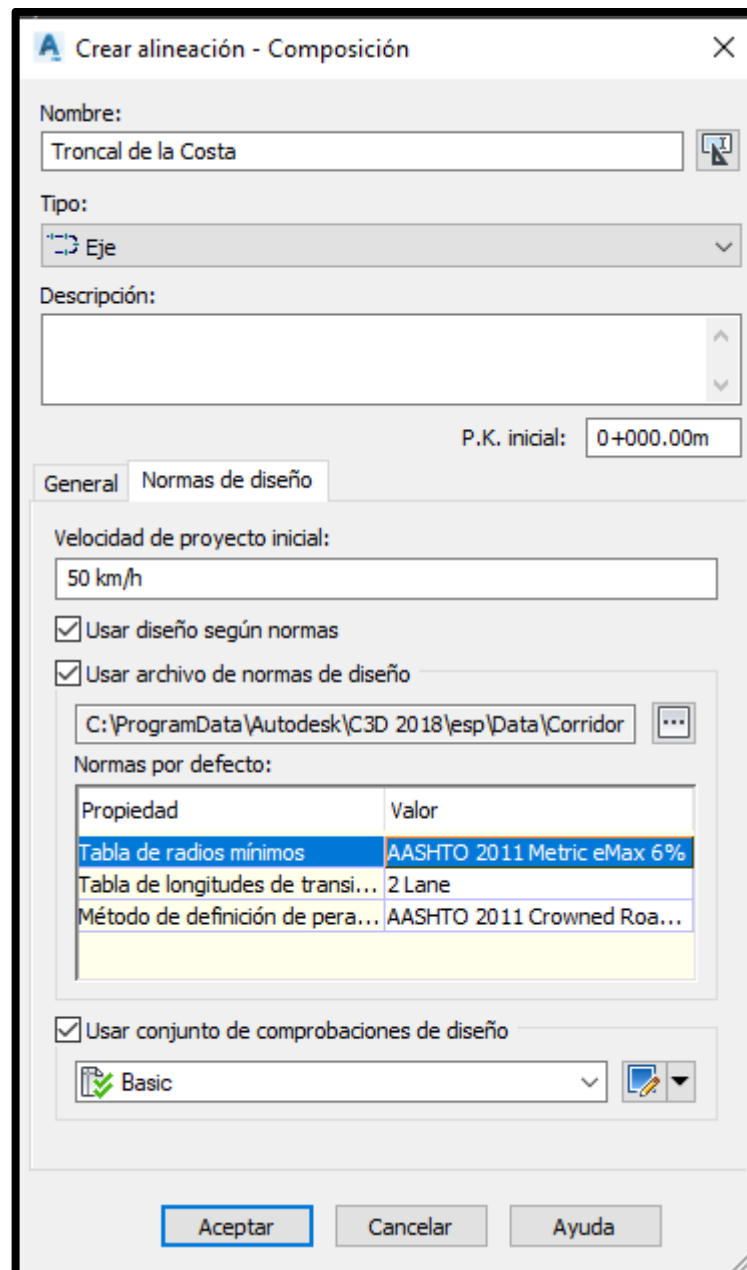
DISEÑO SEGÚN LA NORMA AASHTO

Paso 13.- Alineación, creamos una alineación en nuestra intersección.

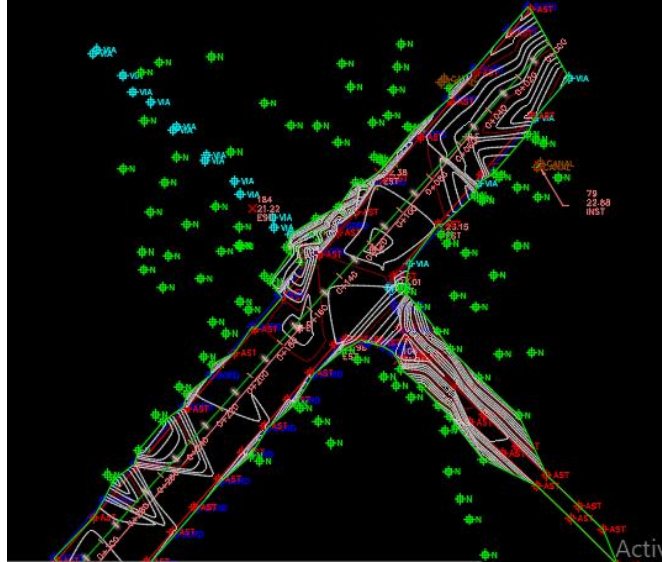


Colocamos el nombre en nuestro caso, Troncal de la Costa, además editamos las etiquetas donde solo visualizamos las mayores y menores.

También editaremos la velocidad con la que circula el vehículo, donde la velocidad de diseño dentro de la calzada circulatoria sería de 50 km/h. y el peralte de 6% según la norma AASHTO.



Alineamiento de la calle principal llamada “Troncal de la Costa”.



Paso 14.- Alineamiento de la calle secundaria, el paso se repite al igual que el paso 13 solo que esta vez llamaremos “vía Buenavista”.

Crear alineación - Composición

Nombre:

Tipo:

Descripción:

P.K. inicial:

General **Normas de diseño**

Velocidad de proyecto inicial:

Usar diseño según normas

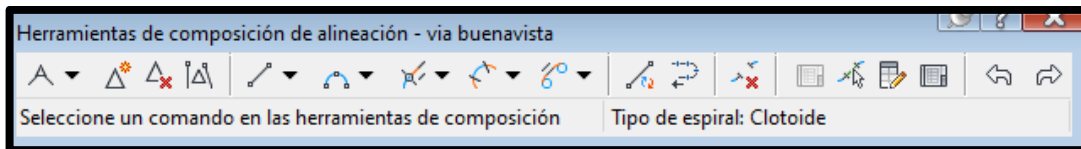
Usar archivo de normas de diseño

...

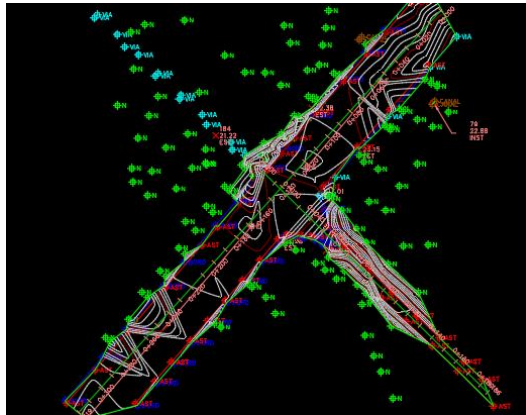
Propiedad	Valor
Tabla de radios mínimos	AASHTO 2011 Metric eMax 6%
Tabla de longitudes de transi...	2 Lane
Método de definición de pera...	AASHTO 2011 Crowned Roa...

Usar conjunto de comprobaciones de diseño

Basic



Alineamiento de la calle secundaria llamada “Vía Buenavista”.

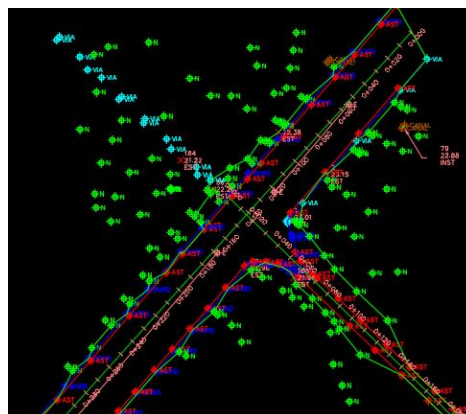


Paso 15.- Visualización de la intersección, para tener una mejor visualización de nuestra intersección apagamos las curvas de nivel que antes las habíamos colocado en el paso 10.

Para esto seleccionamos cualquier punto de la superficie.

Luego nos dirigimos a propiedades de la superficie.

Posteriormente apagamos las capas de curvas maestras y curvas de nivel.

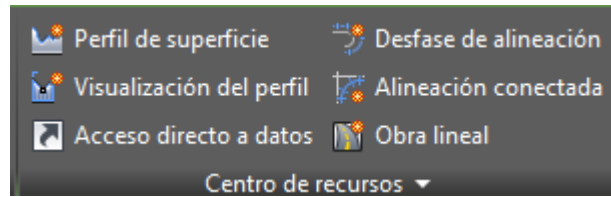


Tenemos una mejor visualización de la intersección donde posteriormente colocaremos una rotonda.

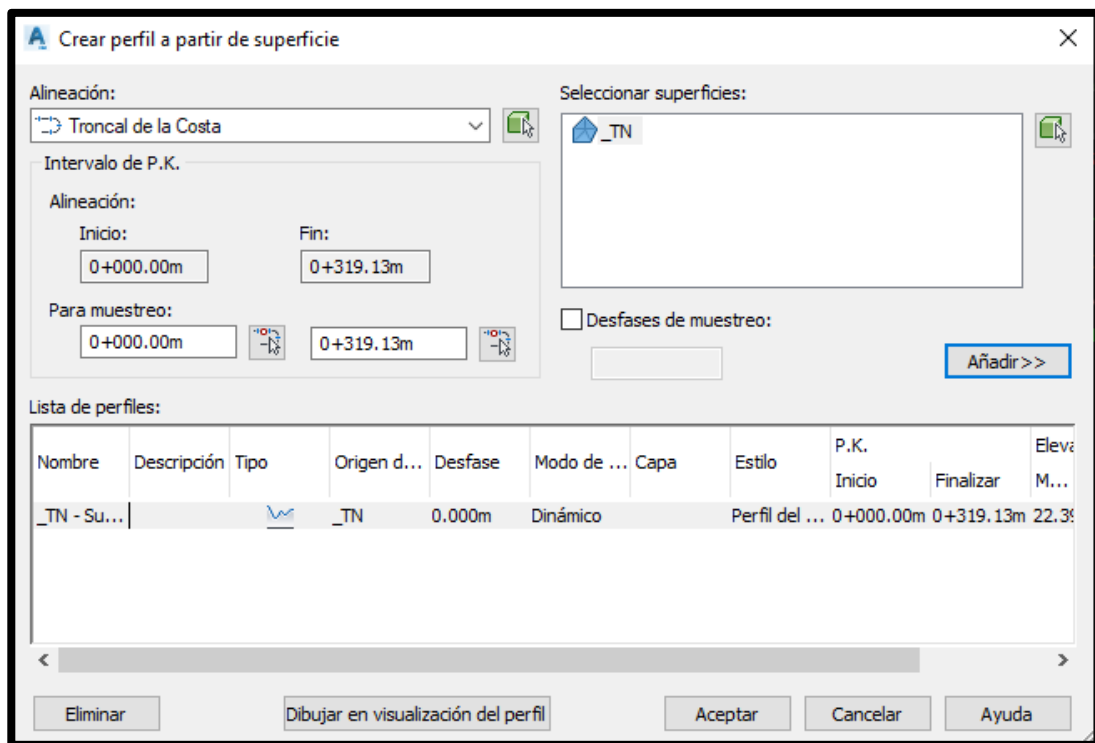
Paso 16.- Perfil longitudinal de la vía “Troncal de la Costa”

Seleccionamos el perfil de la vía principal conocida como “Troncal de la Costa”

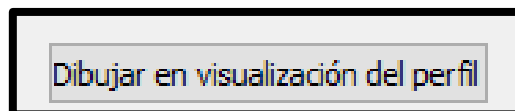
Luego seleccionamos: perfil de superficie.



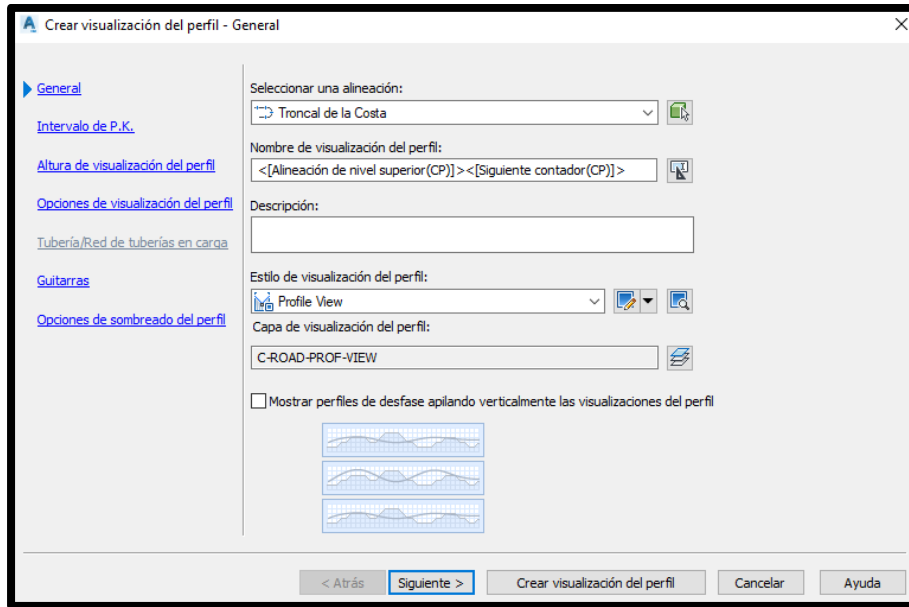
Añadimos superficie de terreno natural, posteriormente se visualiza en la lista de perfiles:



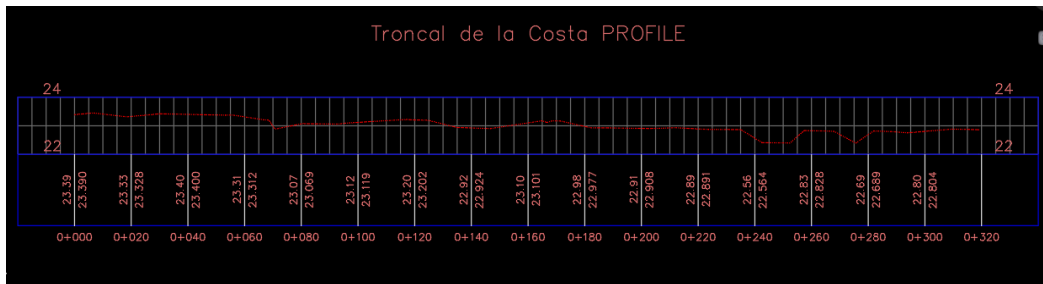
Luego para visualizar el perfil seleccionamos: dibujar en visualización del perfil.



Luego crearemos el perfil longitudinal

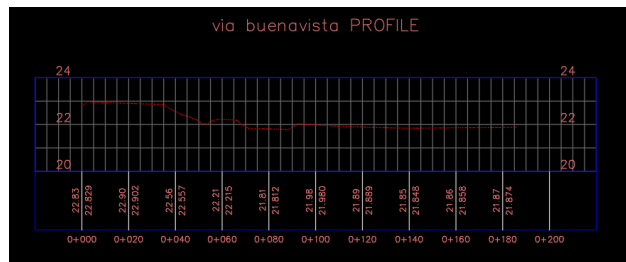


Luego visualizamos nuestro perfil longitudinal de la calle principal conocida como troncal de la costa.



Paso 17.- Perfil longitudinal de la vía “Buenavista”

Los pasos son los mismos que los anteriormente hechos, con la diferencia que esta vez seleccionaremos la vía secundaria “Vía Buenavista”.

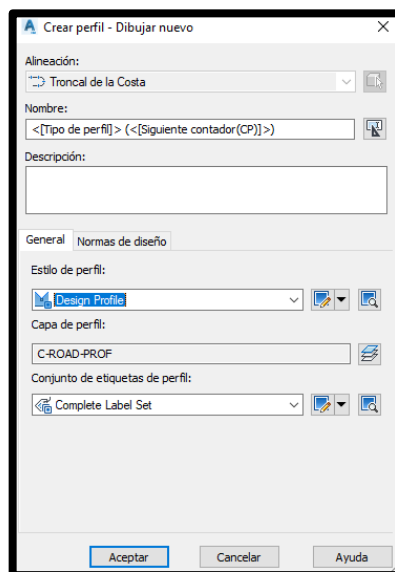


Paso 18.- Creación de la rasante del proyecto, para crear esta rasante debemos ingresar a herramientas de creación de perfiles.

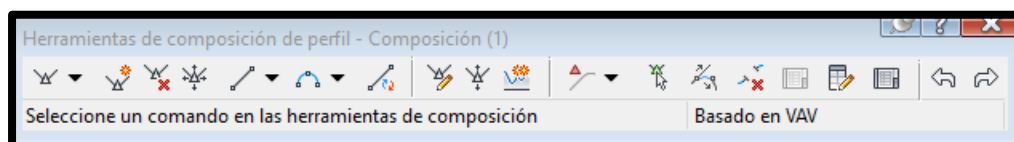
Luego seleccionamos el alineamiento longitudinal antes ya creado en el paso 15 (Troncal de la Costa).



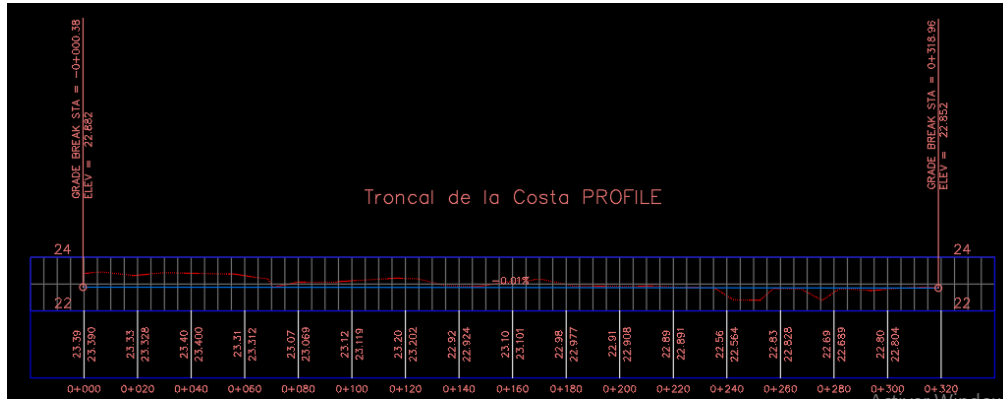
Luego debemos comprobar que la ventana que se nos abre sea la del perfil escogido (Troncal de la Costa). Si es así aceptamos. Caso contrario repetimos el proceso



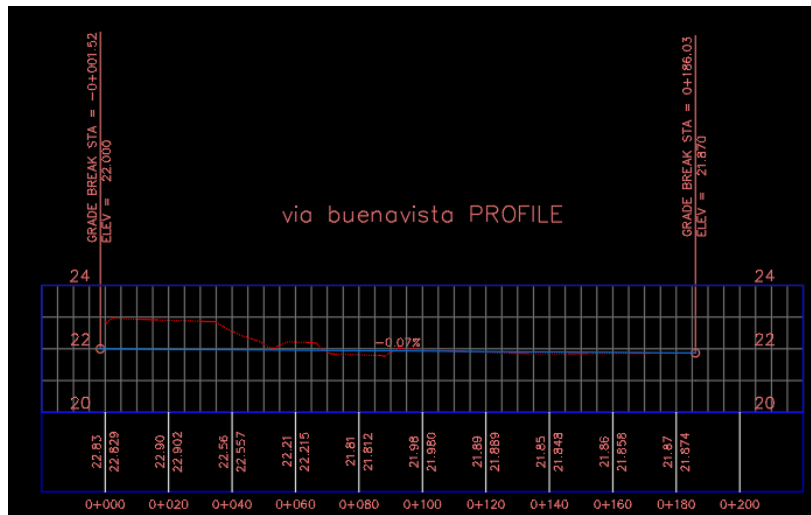
Luego de aceptar se nos abre otra ventana, donde nos ubicaremos en el primer icono de esta ventana.



Escogiendo la opción: dibujar tangentes con curvas



Repetimos el mismo proceso para la creación de la rasante de la otra vía, y obtendremos:



Paso 19.- Vehicle Tracking, uso de la herramienta de diseño de rotondas.

Seleccionamos:



Configuramos:

Vehicle tracking tiene la función de simular los movimientos de vehículos permitiendo el diseño de una rotonda, permitiendo el análisis del recorrido de manera digital.

Asistente de configuración: Escala

Es importante que Vehicle Tracking conozca las unidades de su dibujo. Si no concuerdan, los objetos aparecerán demasiado pequeños o demasiado grandes.

La escala se establece normalmente de forma que 1 unidad de dibujo equivale a 1 unidad de medida

1 unidad de dibujo representa

 metros

Vehicle Tracking puede realizar una comprobación simple de la escala al colocar el primer objeto de un dibujo. Le recomendamos que mantenga esta comprobación.

Comprobación automática de la escala respecto al tamaño de la ventana

Haga clic en Siguiente para continuar

Avanzadas...

< Atrás

Siguiente >

Finalizar

Cancelar

Ayuda

Asistente de configuración: Unidades de edición de vehículos

Las medidas del vehículo se pueden mostrar en las unidades en las que prefiera trabajar.

Unidades de distancia preferidas metros

Unidades de velocidad preferidas km/h

Unidades angulares preferidas grados

Haga clic en Siguiente para continuar

Avanzadas...

< Atrás

Siguiente >

Finalizar

Cancelar

Ayuda

Asistente de configuración: Velocidad del diseño

Dependiendo de los criterios de transición de giro seleccionados, la velocidad del diseño puede afectar a lo cerrado que puede girar el vehículo. Siempre afectará a la animación en tiempo real.

Ha elegido limitar el giro mediante el tiempo entre ángulos de giro en uno o ambos sentidos. Por lo tanto la velocidad del diseño afecta a la capacidad de cierre de giro del vehículo. Cuando más baja sea la velocidad más cerrado puede girar el vehículo.

Velocidad de avance del diseño km/h

Velocidad del diseño marcha atrás km/h

Haga clic en Siguiente para continuar Avanzadas...

Asistente de configuración: Capas :

Vehicle Tracking can automatically place each object that you create on a new set of layers. This option is enabled by adopting a convention.

Le recomendamos encarecidamente que utilice una convención para nombrar las capas:-

Usar un criterio para los nombres de capas

Solicitar nombre de capa cada vez que se crea un objeto nuevo

Haga clic en Siguiente para continuar Avanzadas...

Asistente de configuración: Transiciones de giro

La configuración recomendada de Vehicle Tracking limita la velocidad a la que se pueden realizar cambios al ángulo de conducción para modelar la fase de transición en giros usando el tiempo entre ángulos de giro. Esto aplica a la variación en curva de tran

La velocidad de conducción hacia delante está limitada en la actualidad por el tiempo entre ángulos de giro. Si desea limitar la velocidad de conducción por un criterio alternativo, haga clic en el botón Avanzadas.

- Limitar la proporción de giro hacia delante
 - Limitar por tiempo entre ángulo de giro y ángulo de giro (aplica a efectos de velocidad)

La velocidad de conducción marcha atrás está limitada en la actualidad por el tiempo entre ángulos de giro. Si desea limitar la velocidad de conducción por un criterio alternativo, haga clic en el botón Avanzadas.

- Limitar la proporción de giro marcha atrás
 - Limitar por tiempo entre ángulo de giro y ángulo de giro (aplica a efectos de velocidad)

Haga clic en Siguiente para continuar

Avanzadas...

< Atrás

Siguiente >

Finalizar

Cancelar

Ayuda

Asistente de configuración: Dinámica

La velocidad actual de su diseño es lo suficientemente baja como para que los efectos dinámicos tengan poco o ningún efecto en el radio limitante de giro.

A la velocidad del diseño actual, puede deshabilitar con seguridad los efectos dinámicos si lo desea. Sin embargo, no es perjudicial dejarlos habilitados.

- Limitar el giro para efectos dinámicos

Usar las recomendaciones de

Manual de AASHTO 2011

Contexto del diseño

Radio mín. de valores limitantes de e y f (Objeto 3-07)(M)

Haga clic en Siguiente para continuar

Avanzadas...

< Atrás

Siguiente >

Finalizar

Cancelar

Ayuda

Parámetros del dibujo

Unidades

- Escala
- Superficies
- Estilos
- Rutas
- Roundabouts

Editando unidades

Distancia	metros
Ángulos	grados
Velocidad	km/h
Duración	segundos

Unidades a incluir en el informe

Distancia	metros
Ángulos	grados
Velocidad	km/h
Duración	segundos

Hacer Predet Restablecer **Aceptar** Cancelar Ayuda

Parámetros del dibujo

Superficies

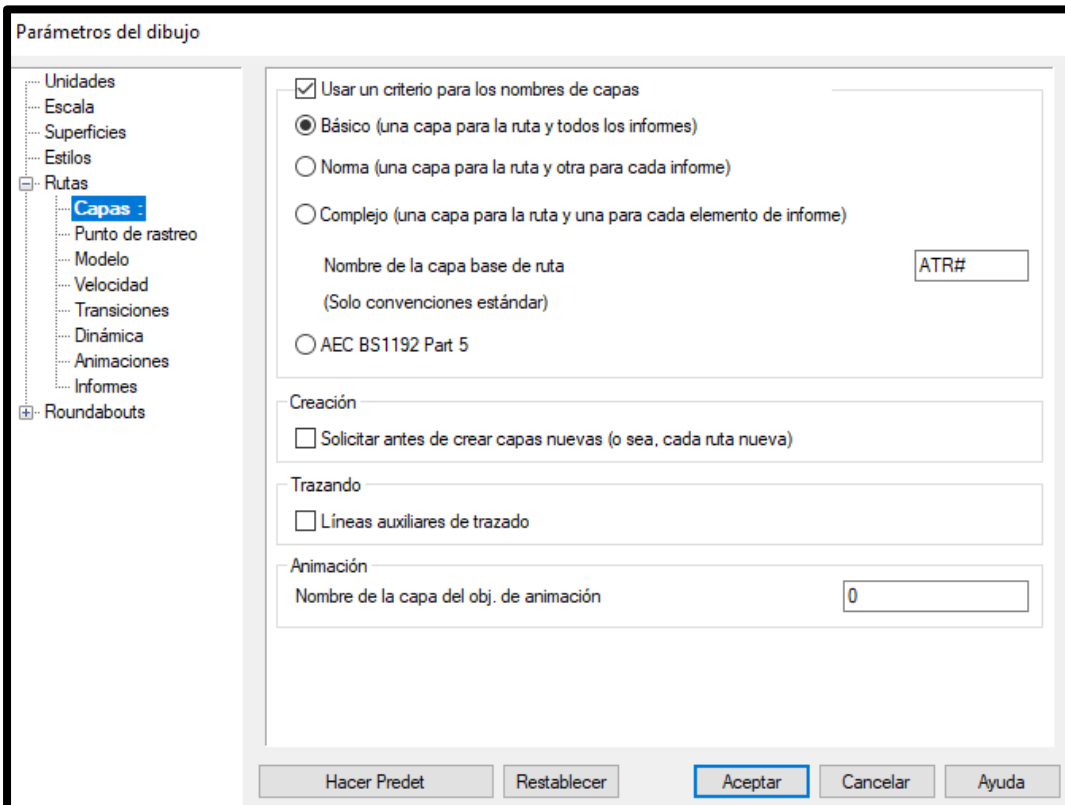
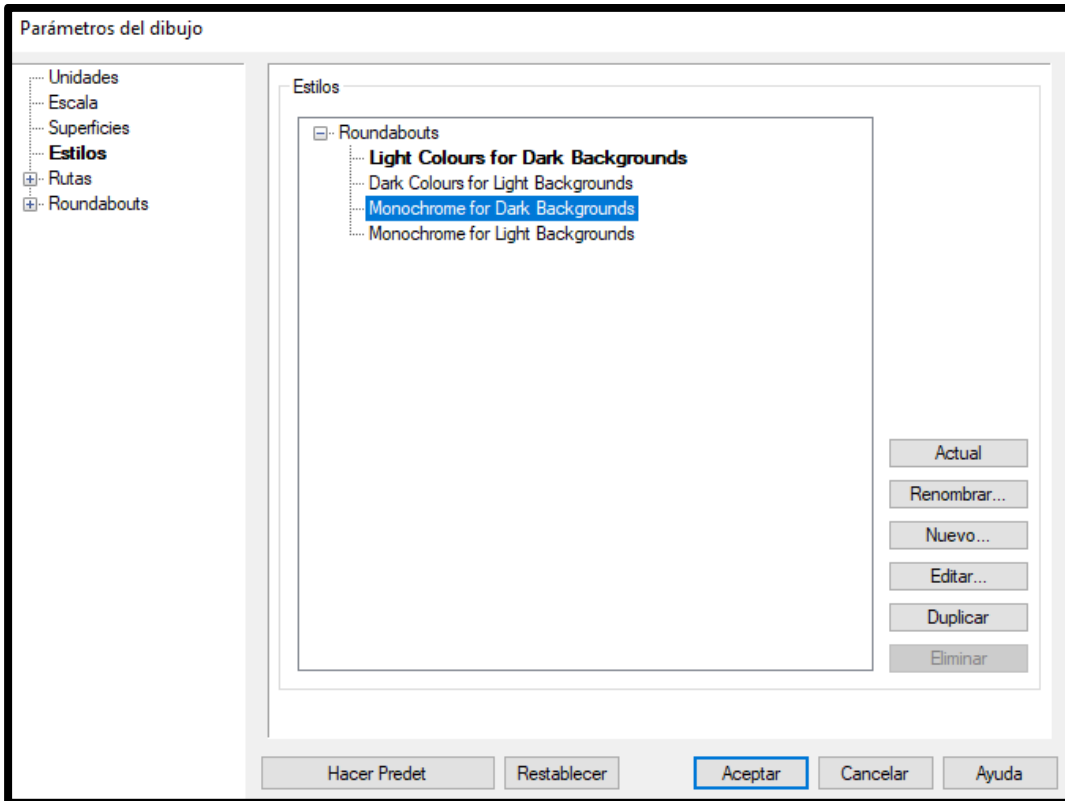
- Unidades
- Escala
- Superficies
- Estilos
- Rutas
- Roundabouts

Superficies

Superficie existente	_TN	...
Superficie final	_TN	...

Proyectar planta en la superficie final

Hacer Predet Restablecer **Aceptar** Cancelar Ayuda



Parámetros del dibujo

- Unidades
- Escala**
- Superficies
- Estilos
- Rutas
- Roundabouts

Escala

1 unidad de dibujo representa metros

Comprobación automática de la escala respecto al tamaño de la ventana

Solicitar escala (y otros parámetros del dibujo la primera vez que se use)

Ángulos (estos valores se toman de los parámetros de su sistema CAD)

Ángulos medidos en sentido horario

Círculo completo de dato angular preferido deg

Convención de conducción

Los vehículos conducen por la derecha

Los vehículos conducen por la izquierda

Obtener valores del dibujo cuando sea posible

Hacer Predet Restablecer **Aceptar** Cancelar Ayuda

Parámetros del dibujo

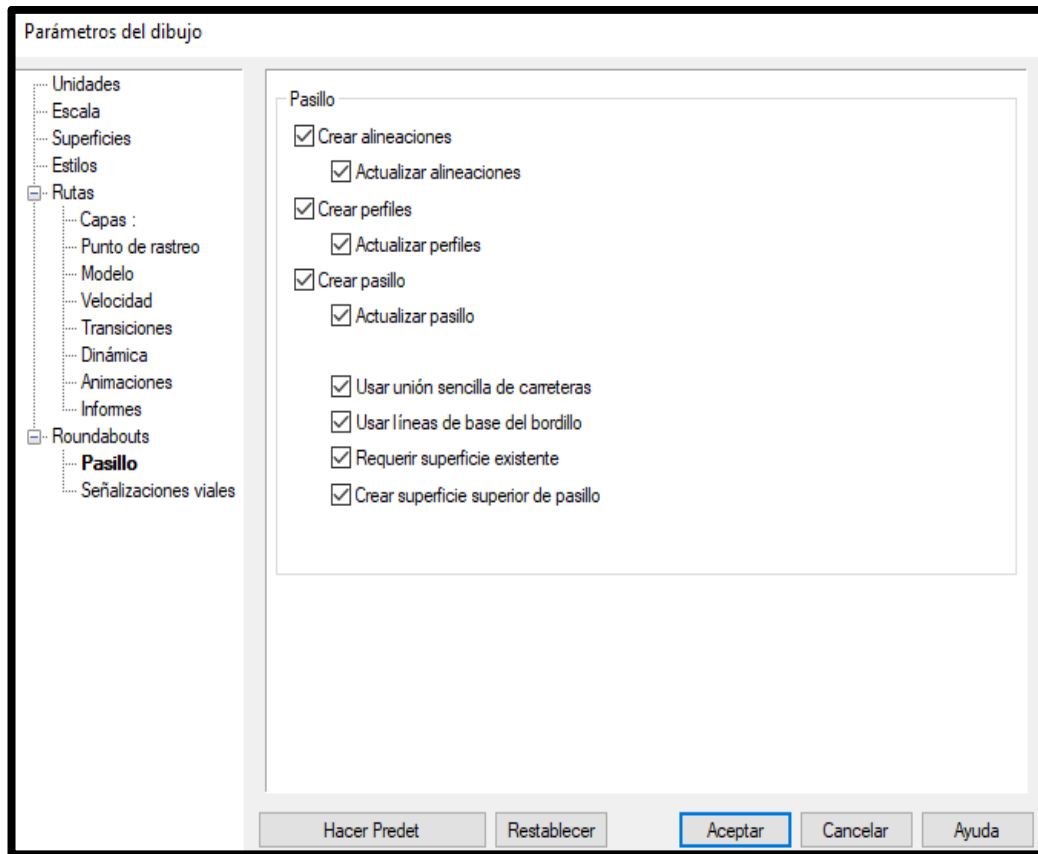
- Unidades
- Escala
- Superficies
- Estilos
- Rutas
 - Capas :
 - Punto de rastreo
 - Modelo
 - Velocidad**
 - Transiciones
 - Dinámica
 - Animaciones
 - Infomes
- Roundabouts

Velocidad del diseño

Velocidad de avance del diseño km/h

Velocidad del diseño marcha atrás km/h

Hacer Predet Restablecer **Aceptar** Cancelar Ayuda



Una vez todos los parámetros de diseño estén en orden se procede a aceptar todos los cambios establecidos.

ROTONDA DE DISEÑO

Paso 20.- Añadir Rotonda



Aceptamos los parámetros de dibujo de nuestra rotonda.

Parámetros del dibujo

Escala

Superficies
Paseo
Señalizaciones viales

Escala

1 unidad de dibujo representa metros

Comprobación automática de la escala respecto al tamaño de la ventana

Solicitar escala (y otros parámetros del dibujo) la primera vez que se use

Ángulos (estos valores se toman de los parámetros de su sistema CAD)

Ángulos medidos en sentido horario

Círculo completo de dato angular preferido deg

Convención de conducción

Los vehículos conducen por la derecha

Los vehículos conducen por la izquierda

Obtener valores del dibujo cuando sea posible

Hacer Predet Restablecer **Aceptar** Cancelar Ayuda

Paso 21.- Registrar el nombre de la rotonda

Detalles de la nueva rotonda

General

Nombre

Descripción

Notas

Calcular niveles

Norma usada ...

		Mín.	Máx.
Diámetro de la circunferencia inscrita (ICD)	<input type="text" value="66.4"/>	<input type="text" value="35.4"/>	<input type="text" value="177.4"/>
Diámetro de la isleta central	<input type="text" value="48.0"/>	<input type="text" value="16.0"/>	<input type="text" value="48.0"/>
Anchura de la plataforma	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="5.0"/>
Carriles de circulación	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>

Aspecto

Estilo de dibujo ...

Superficie

Superficie existente ...

Superficie final ...

Proyectar planta en la superficie final

OK Cancelar Ayuda

Ramal nuevo

General

Nombre

Descripción

Notas

Tomar elevación desde

Ramal de acceso

		Mín.	Máx.
Anchura del hueco central	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text"/>

Accediendo:

Carriles	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>
Anchura de carril	<input type="text" value="3.5"/>	<input type="text" value="3.0"/>	<input type="text" value="4.0"/>

Salida:

Carriles	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>
Anchura de carril	<input type="text" value="3.5"/>	<input type="text" value="3.0"/>	<input type="text" value="4.0"/>

Ramal nuevo

General

Nombre

Descripción

Notas

Tomar elevación desde

Ramal de acceso

		Mín.	Máx.
Anchura del hueco central	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text"/>

Accediendo:

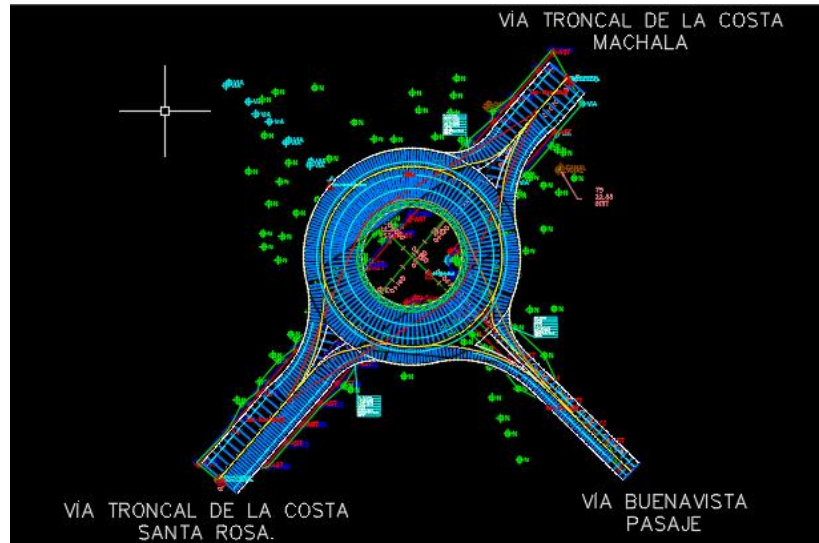
Carriles	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>
Anchura de carril	<input type="text" value="3.5"/>	<input type="text" value="3.0"/>	<input type="text" value="4.0"/>

Salida:

Carriles	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>
Anchura de carril	<input type="text" value="3.5"/>	<input type="text" value="3.0"/>	<input type="text" value="4.0"/>

Paso 22.- Apreciación de la Rotonda.

Podemos apreciar en la intersección antes mencionada a la rotonda diseñada por la herramienta de Civil 3D (Vehicle Tracking 2018).



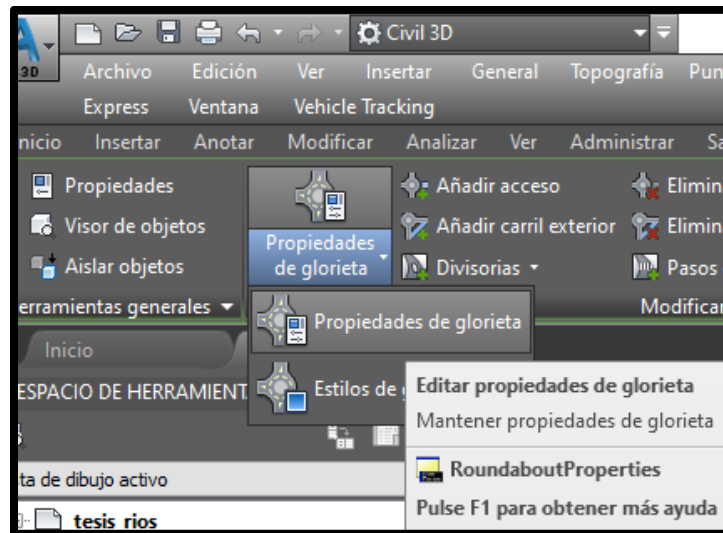
A continuación, procedemos a diseñar la rotonda de acuerdo a la normativa nacional basada en el libro verde de la AASHTO “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”.

Paso 23.- Diseño para cada elemento de la rotonda, elementos como:

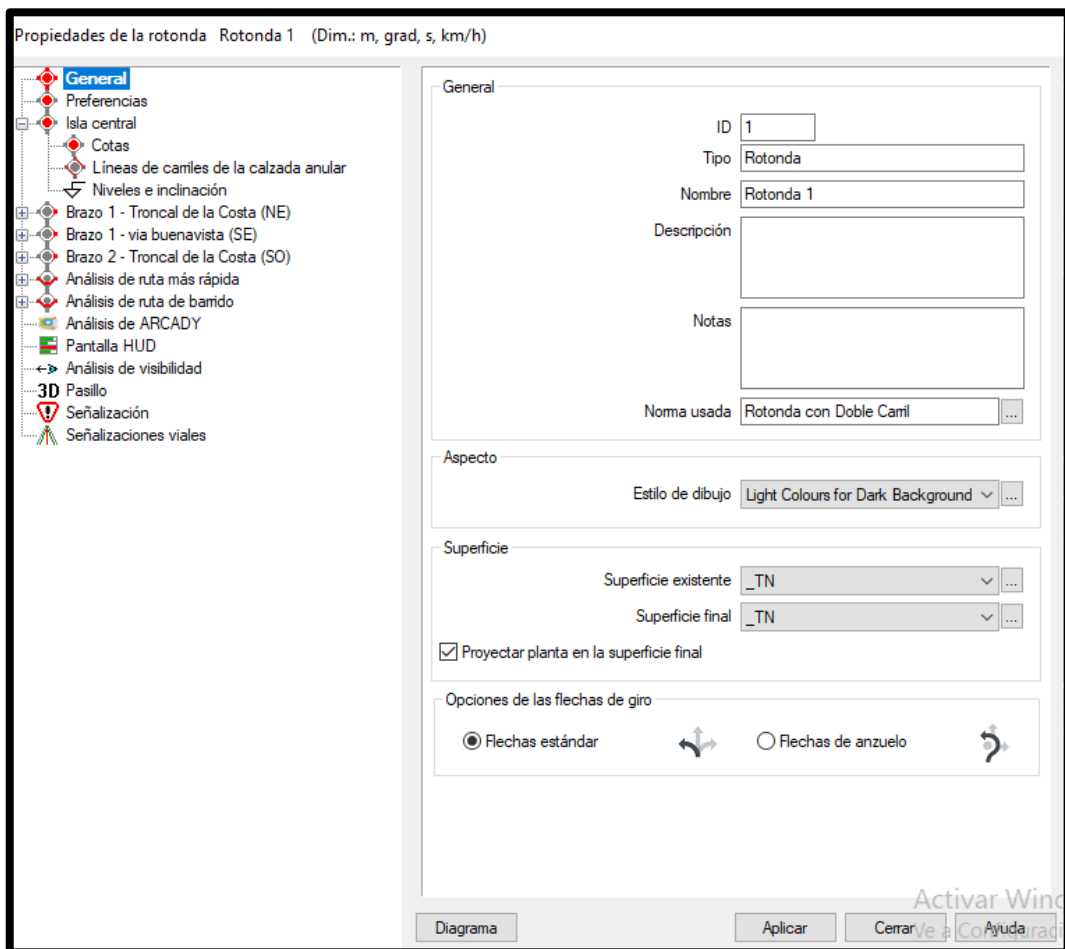
- Geometría de entrada
- Geometría de salida
- Isla central
- Isleta divisora
- Carriles (Brazos de las rotondas)
- Ancho de vías
- Vehículo de diseño, etc.

Para diseñar los diferentes tipos de elementos antes mencionados de una rotonda, primero la seleccionamos.

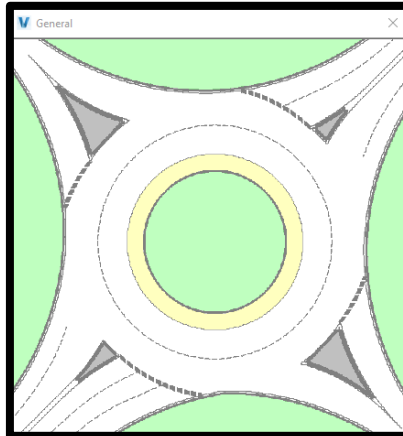
Luego en la barra de trabajo escogemos la opción de **PROPIEDADES DE GLORIETA**



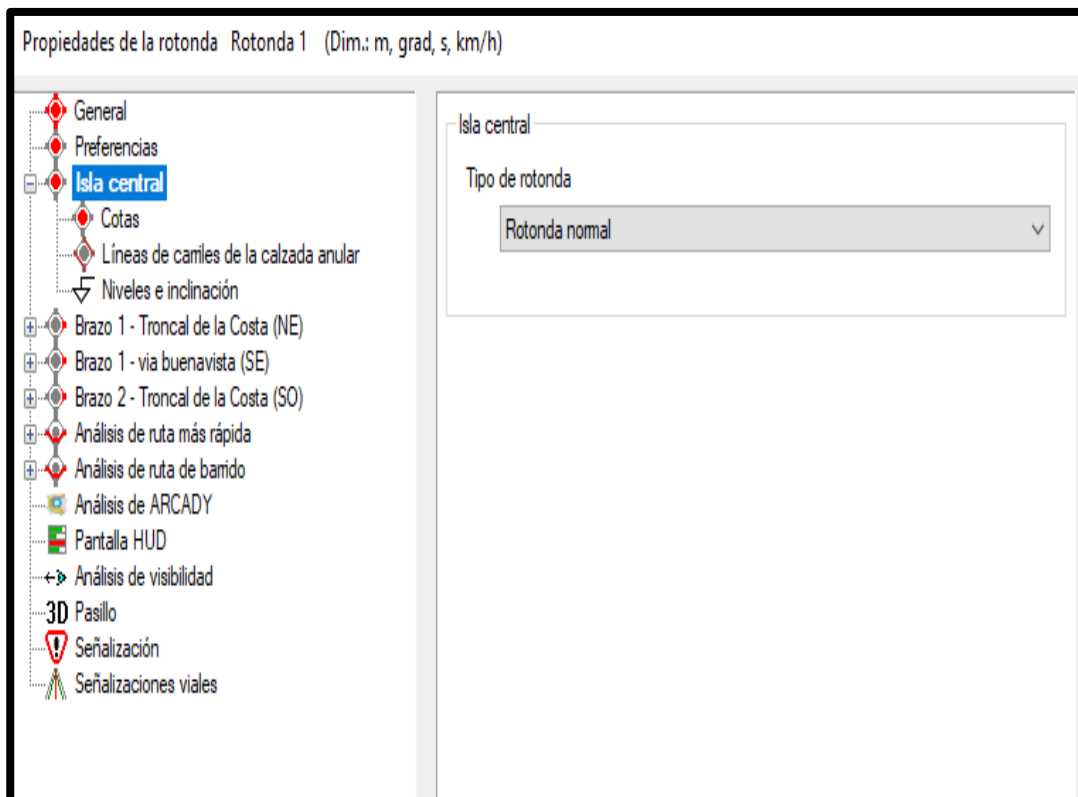
En la siguiente ventana podemos apreciar las propiedades que tiene una rotonda, visualizando en el lado izquierdo a los elementos principales mencionados anteriormente



Para tener una idea de la sección que vamos a cambiar de acuerdo al nuestro diseño el programa nos visualiza una rotonda en imagen digital y posteriormente nos indica la parte que nosotros vamos a editar.

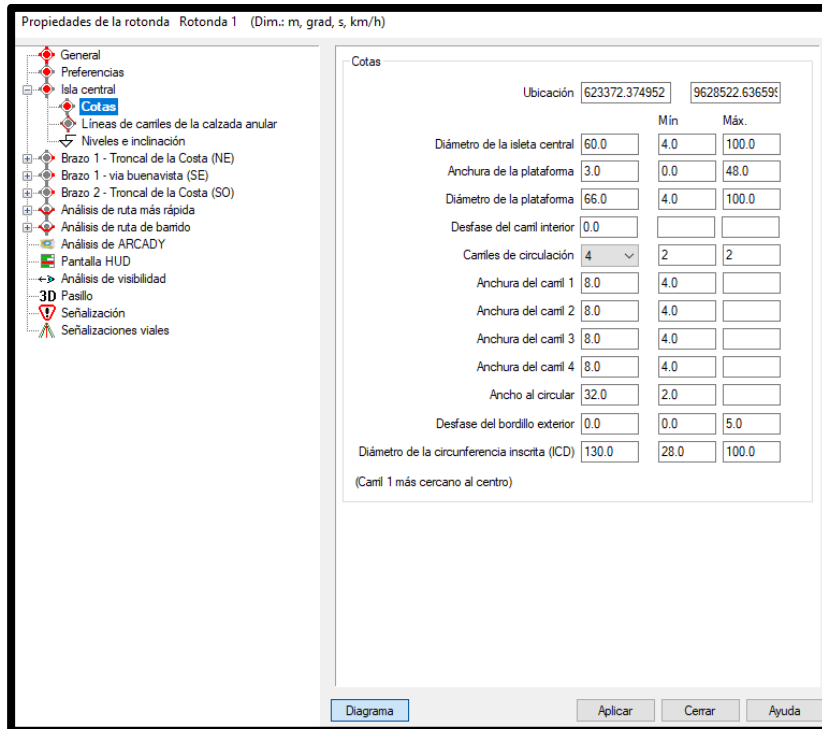


Continuamos ahora editando la ronda central.

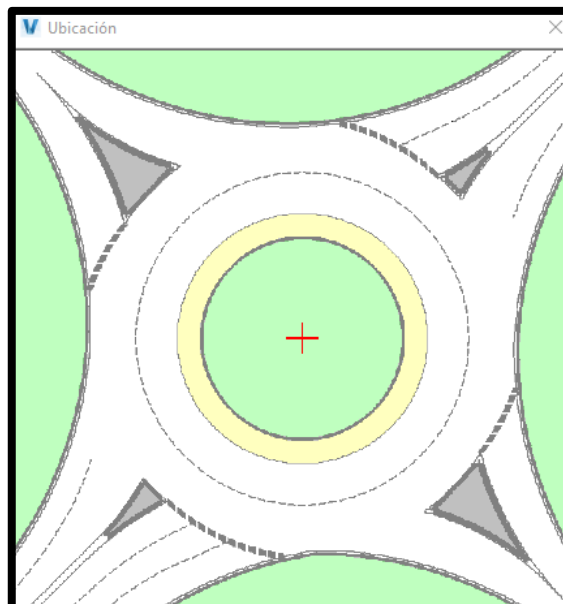


Posteriormente procedemos a diseñar cada elemento antes mencionado, dirigiéndonos a la normativa AASHTO.

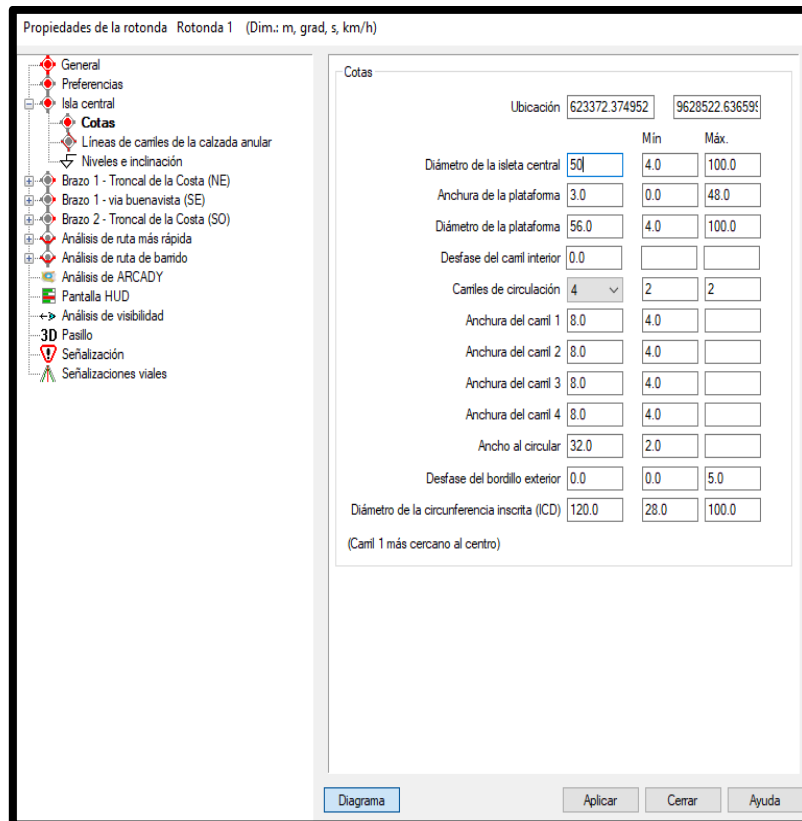
Paso 24.- Isla central, es uno de los elementos que contiene una rotonda o glorieta las propiedades son las que vemos en la siguiente imagen.



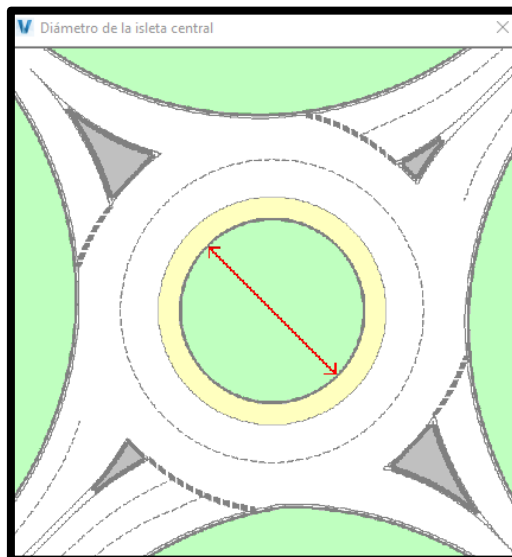
Visualizamos el centro de la isleta central:



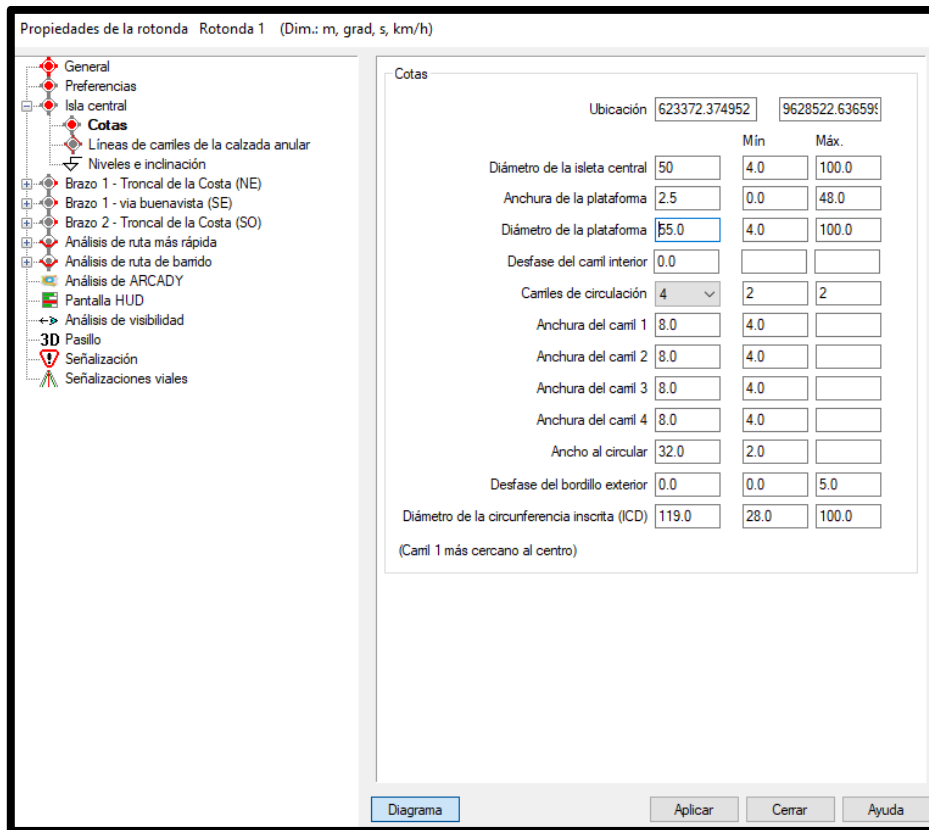
Diámetro de la isleta central, diseñándolo con un ancho de 50 metros.



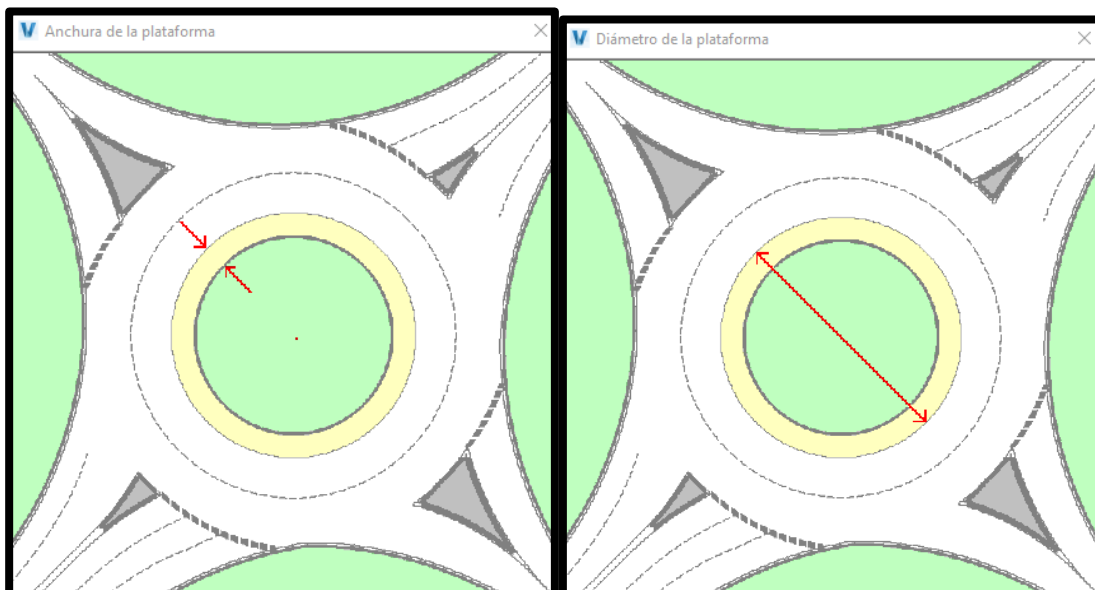
Detalle:



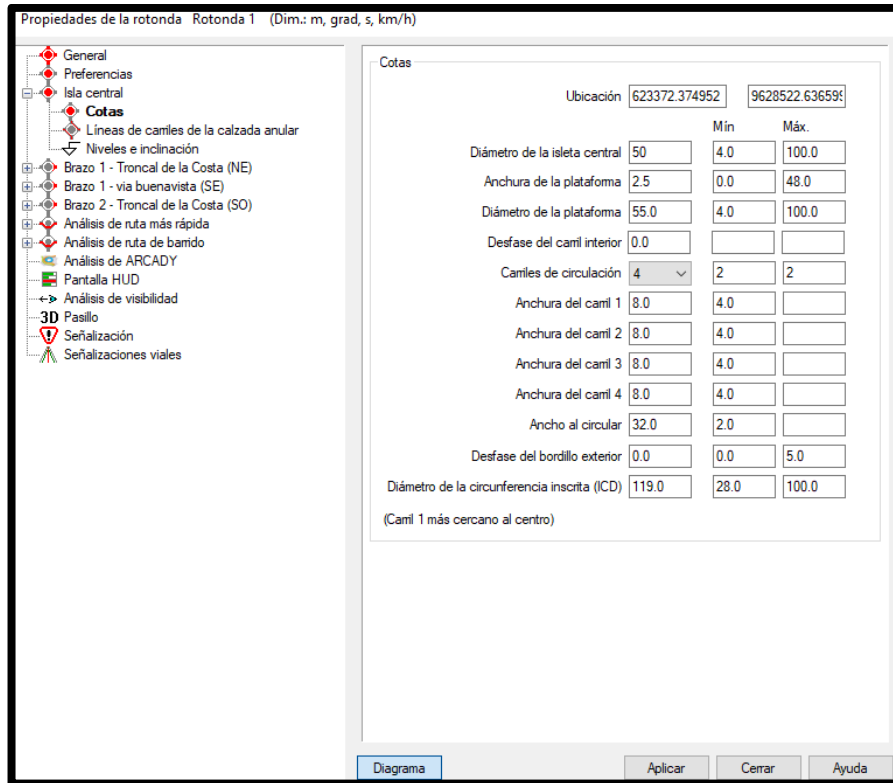
Posteriormente diseñamos el ancho de la plataforma y el diámetro de la misma, conocido como DELANTAL.



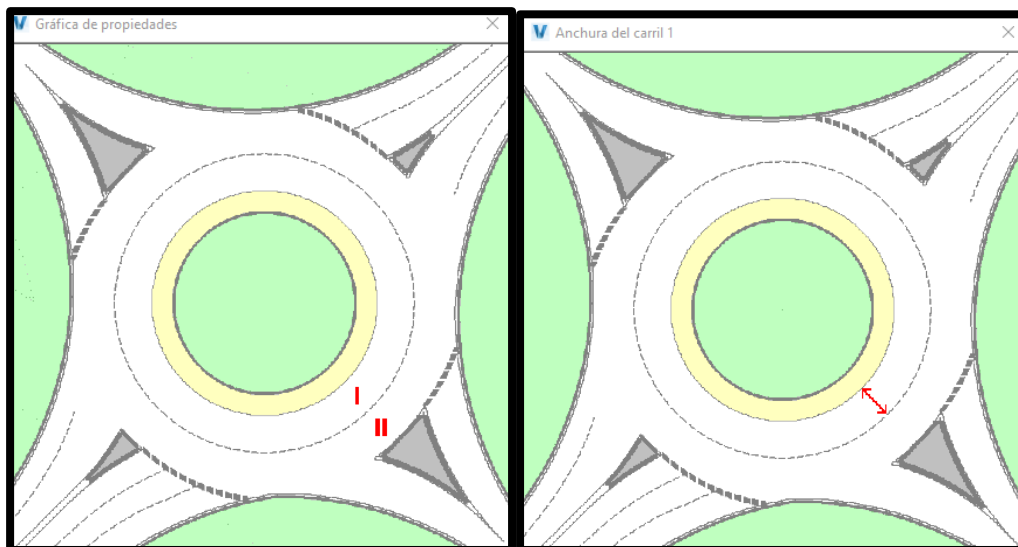
Detalle de un ancho de plataforma y un diámetro de plataforma, conocido como delantal que sirve para la mejor circulación de vehículos con dimensiones bastantes grandes.



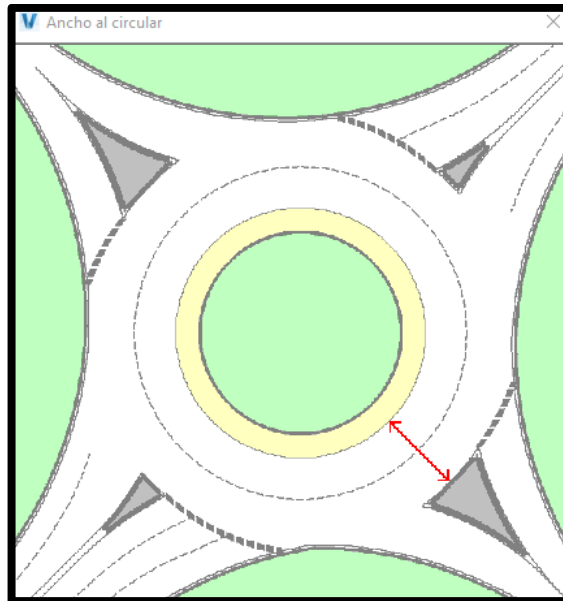
La rotonda está diseñada para un número de 4 carriles



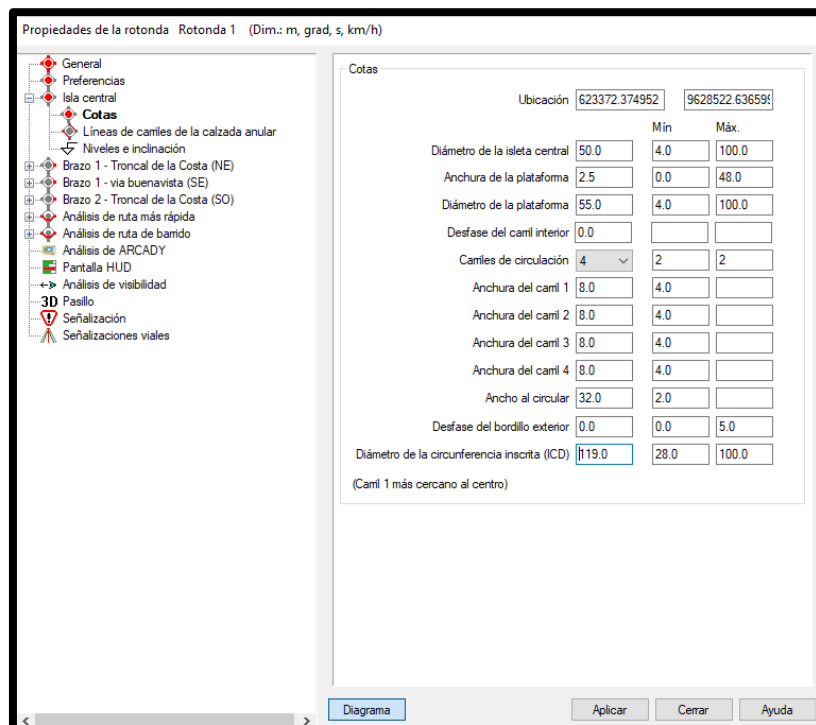
Gráfica de propiedades de carriles y ancho de carriles, diseñando con un ancho de 8 metros por cada carril, quedando el ancho de 32 metros conocido como calzada vehicular dentro de una rotonda.



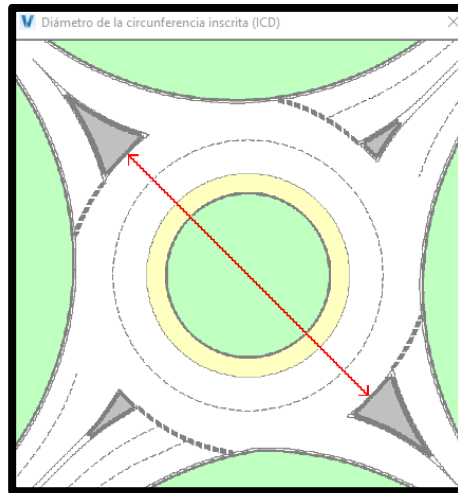
Detalle de una calzada circulatoria:



Por último tenemos el diámetro de la circunferencia inscrita (DCI), valor calculado por el programa Vehicle Tracking, diámetro que siempre va a depender de los valores antes diseñados.

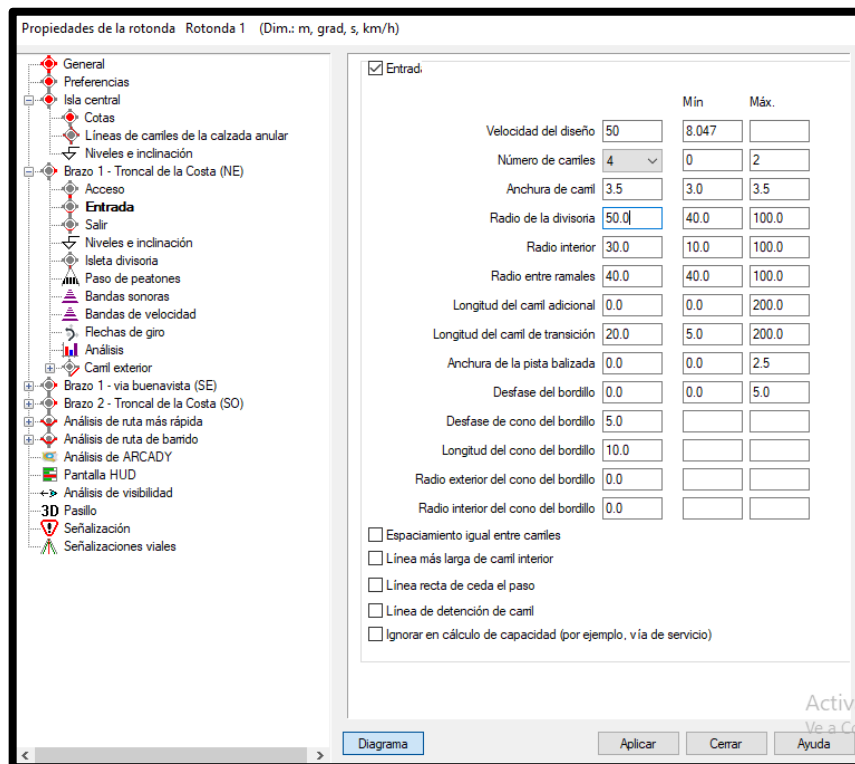


Diámetro de la circunferencia inscrita (119 metros):

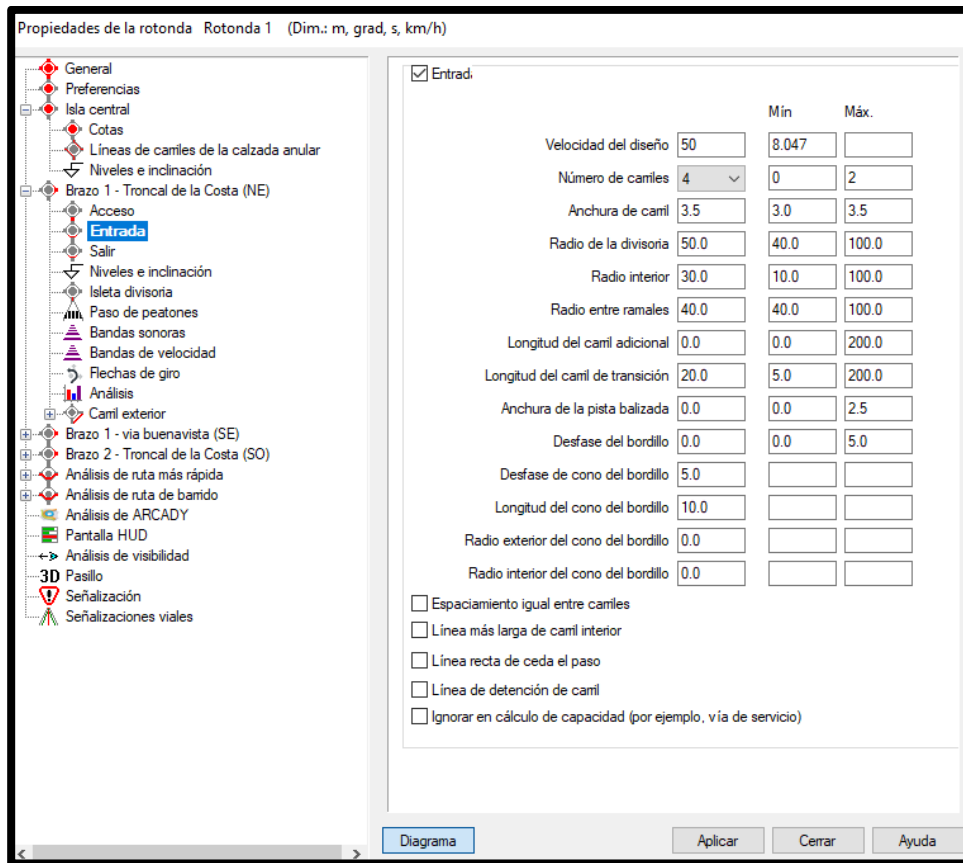


Paso 25.- Brazo 1 Troncal de la Costa (Vía Machala).

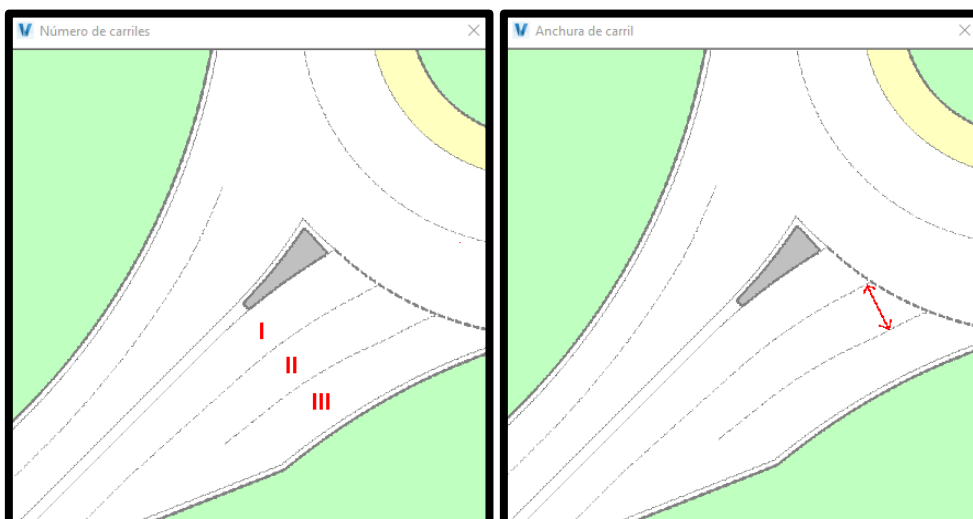
Esta vez diseñaremos el brazo 1 de acuerdo a las normativas Nevi -2012 de conformidad con AASHTO, respecto a entrada y salida de los vehículos, isletas divisoras, bandas sonoras, etc.



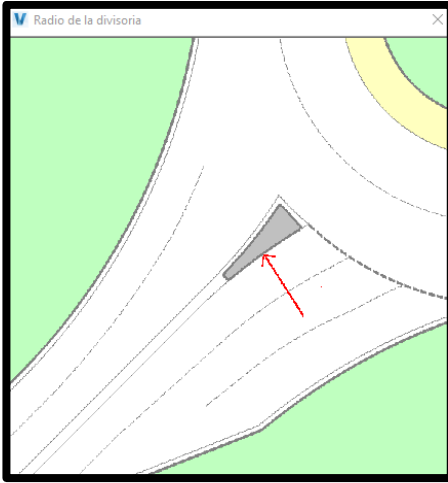
Velocidad de diseño para nuestro proyecto será de 50 km/h, conociendo que el número de carriles es de 4, y ancho de carriles



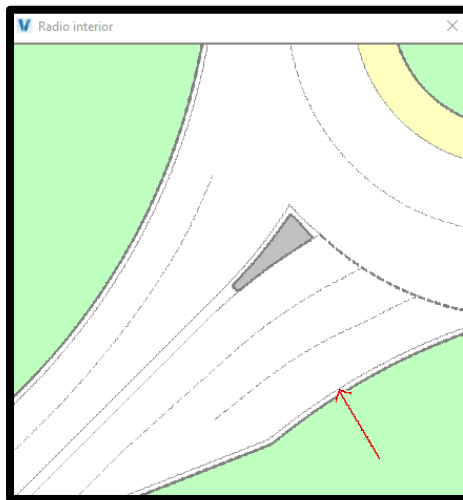
Número de carriles (4) y ancho de carriles



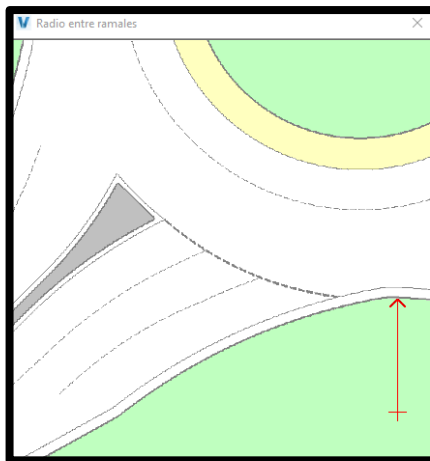
Detalle de radio de la divisora:



Detalle de radio interior:



Radio entre ramales:



Así como diseñamos para la entrada de un vehículo diseñamos para la salida:

DISEÑO PARA SALIR

The screenshot shows a software interface for road design. On the left is a tree view with the following items:

- General
- Preferencias
- Isla central
 - Cotas
 - Líneas de camiles de la calzada anular
- Niveles e inclinación
- Brazo 1 - Troncal de la Costa (NE)
 - Acceso
 - Entrada
 - Salir
 - Niveles e inclinación
 - Isleta divisoria
 - Paso de peatones
 - Bandas sonoras
 - Bandas de velocidad
 - Flechas de giro
 - Análisis
- Camil exterior
- Brazo 1 - via buenavista (SE)
- Brazo 2 - Troncal de la Costa (SO)
 - Análisis de ruta más rápida
 - Análisis de ruta de barrido
 - Análisis de ARCADY
- Pantalla HUD
- Análisis de visibilidad
- 3D Pasillo
- Señalización
- Señalizaciones viales

On the right is the 'Salir' configuration panel, which is checked. It contains the following settings:

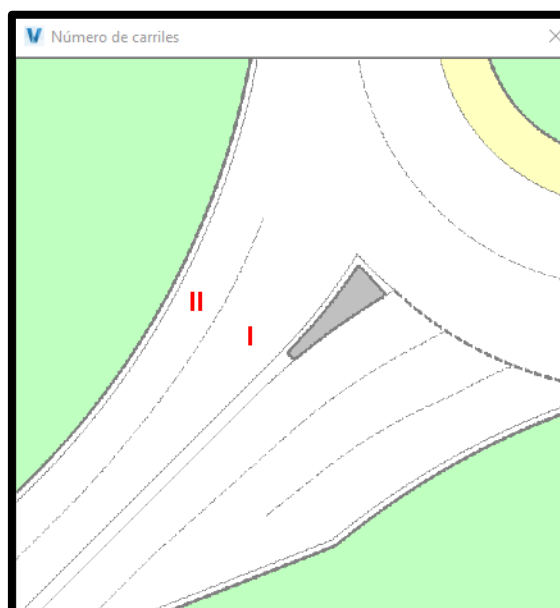
	Min	Máx.
Velocidad del diseño	8.047	
Número de camiles	0	2
Anchura de camil	3.0	3.5
Radio de la divisoria	40.0	100.0
Radio interior	20.0	100.0
Desfase del bordillo	0.0	5.0
Desfase de cono del bordillo		
Longitud del cono del bordillo		
Radio exterior del cono del bordillo		
Radio interior del cono del bordillo		

Below the table are three checkboxes:

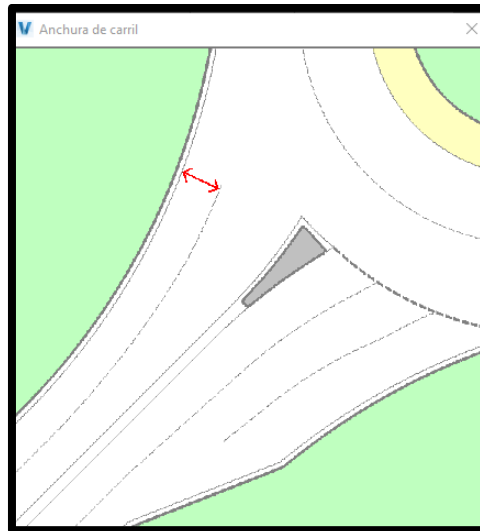
- Espaciamiento igual entre camiles
- Línea más larga de camil interior
- Ignorar en cálculo de capacidad (por ejemplo, vía de servicio)

At the bottom of the panel are buttons for 'Diagrama', 'Aplicar', 'Cerrar', and 'Ayuda'.

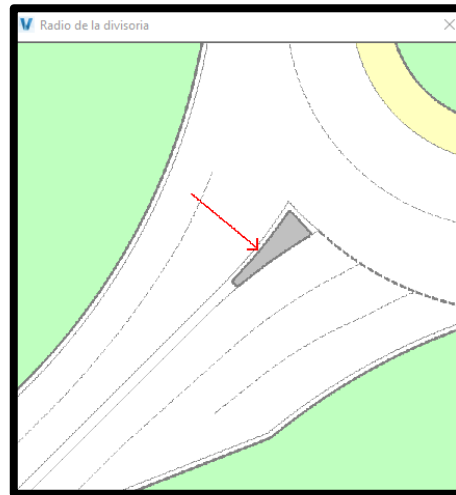
Número de carriles (4 carriles)



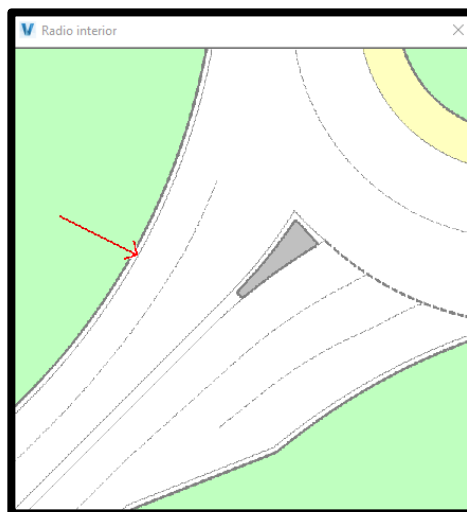
Ancho de carril:



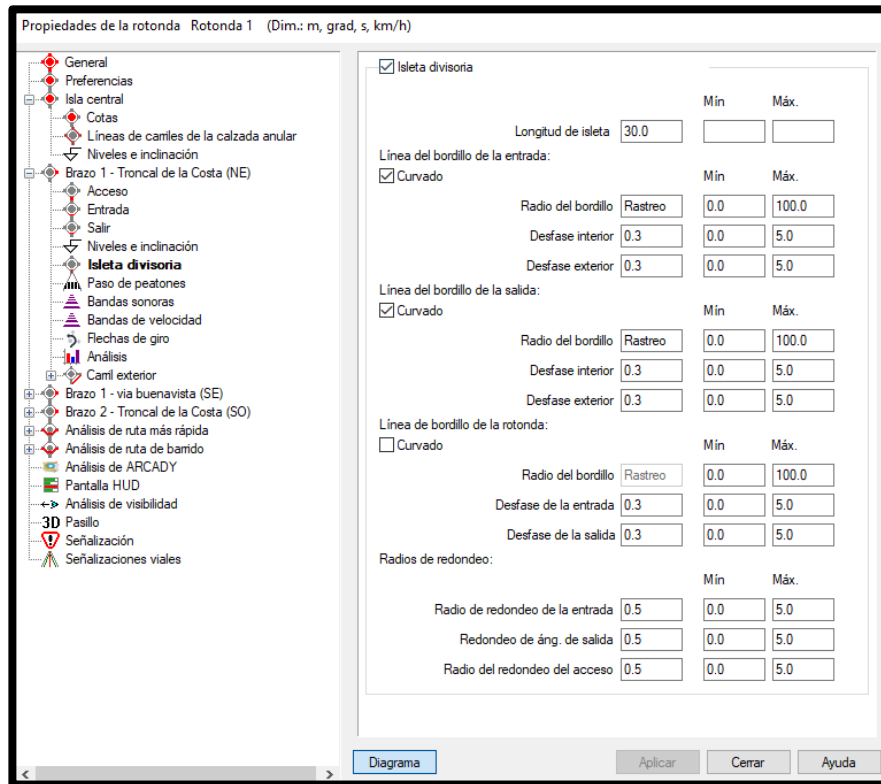
Radio de la divisoria



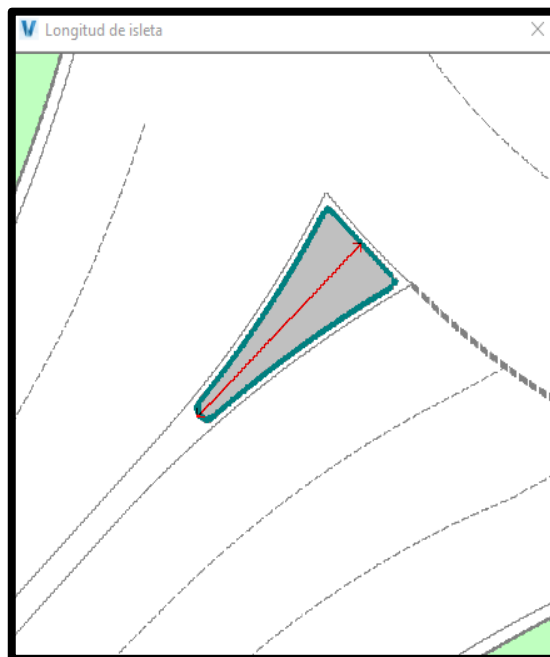
Radio interior



Paso 26.- Isleta divisoria.

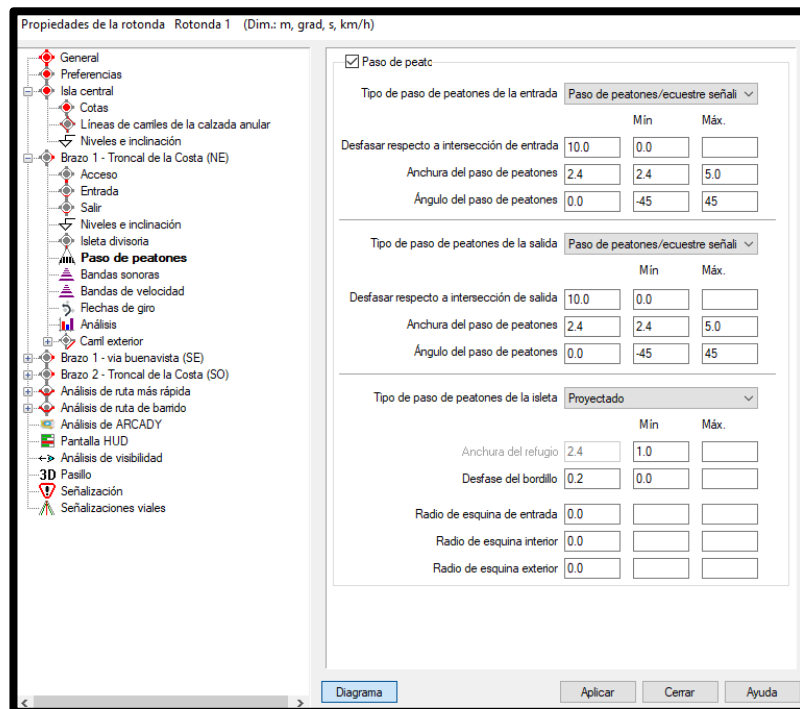


Longitud de la isleta (30 metros)

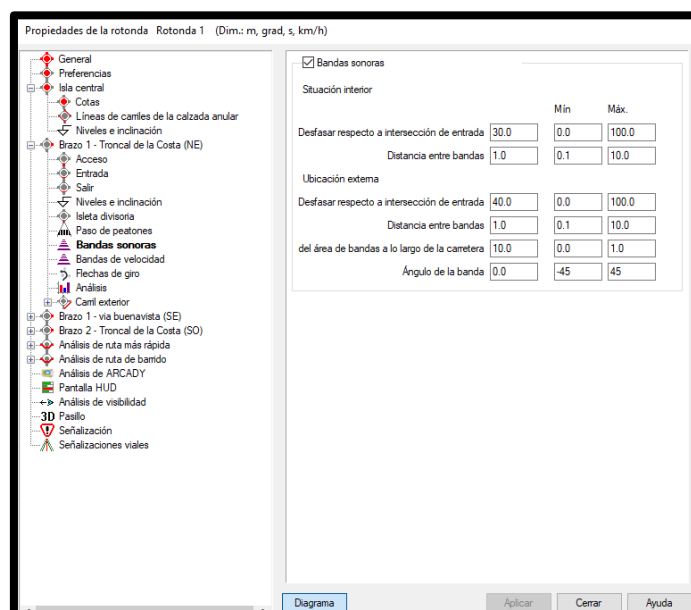


Los demás parámetros los dejamos tal cual nos determina el programa.

Paso 27.- Paso de peatones, lo dejamos configurado tal cual nos recomienda el programa solo comprobando los valores con la normativa si cumple.



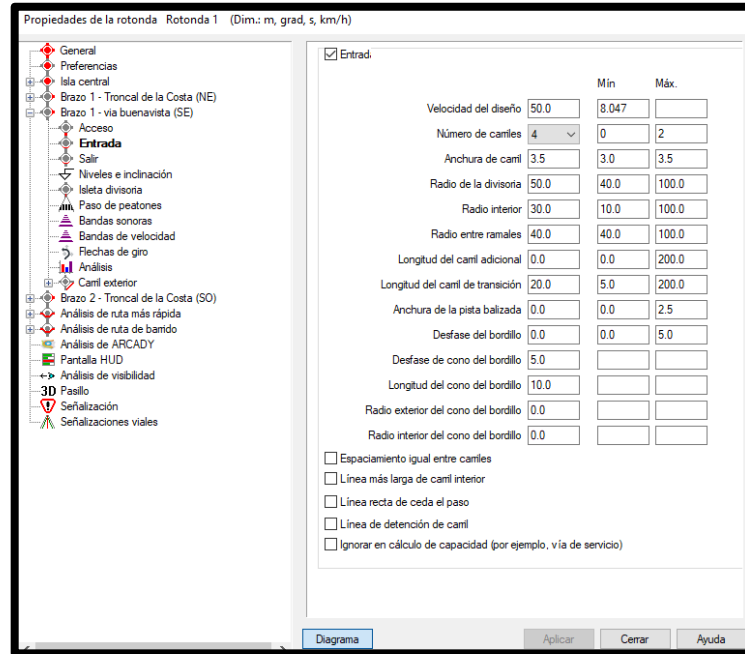
Paso 28.- bandas sonoras, estas bandas sonoras son implantadas en la vía para advertir al conductor que se está acercando a una interacción y poner en alerta al conductor.



Paso 29.- Brazo 2 Troncal de la Costa (vía a santa rosa)

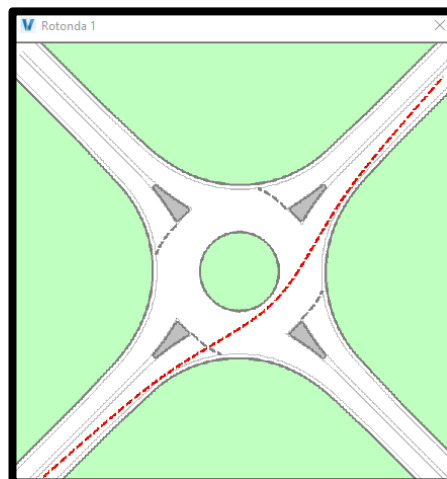
El diseño de este brazo es el mismo que el del brazo uno, el parámetro de diseño sería los mismo ya que estamos hablando de la misma vía.

Paso 30.- brazo 1 Vía Buenavista, así mismo diseñamos todos los parámetros que nos indican en el programa.

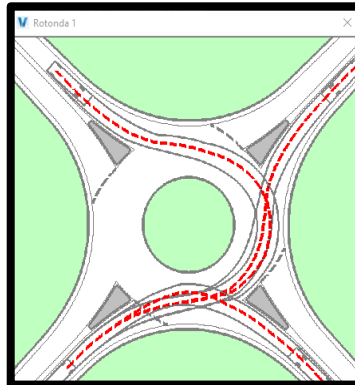


Los parámetros de diseño básicamente son los mismos que los del paso 28 aunque sea otra vía.

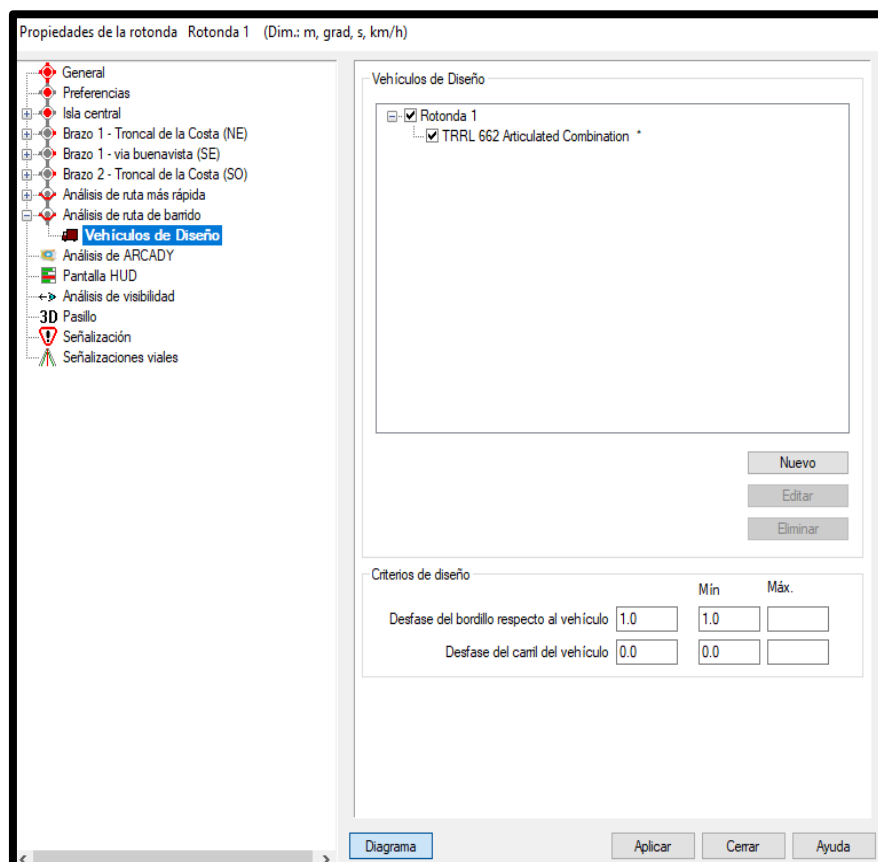
Paso 31.- Análisis de la ruta más rápida, la ruta más rápida es la de la via troncal de la costa.



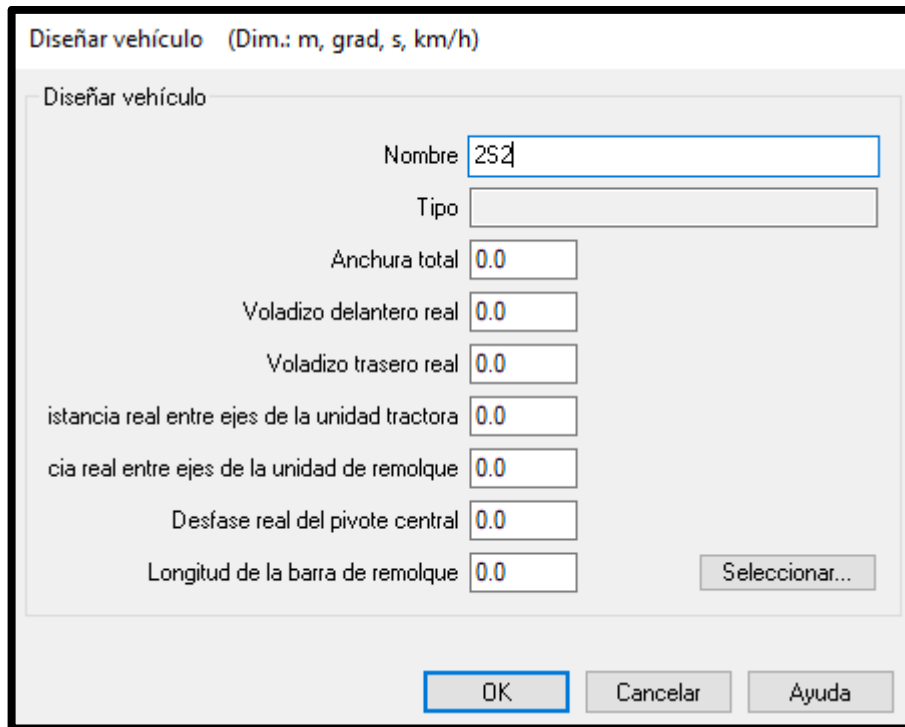
Paso 32.- Rutas del vehículo, son las rutas que hace un conductor, el cual debería seguir en su mismo carril por donde ingresa.



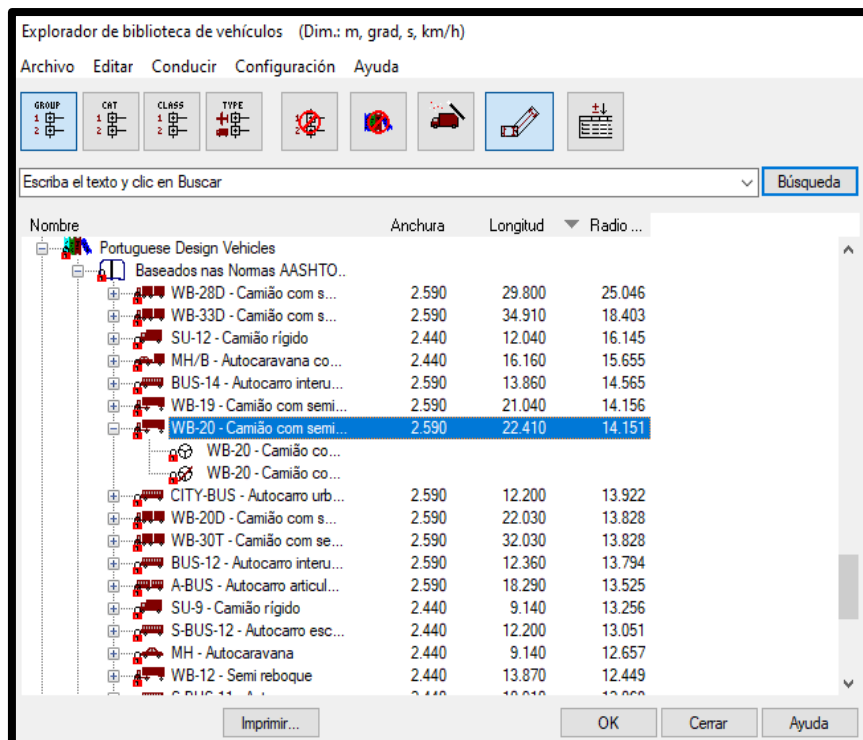
Paso 33.- Análisis de la ruta del barrido, aquí detallamos el tipo de vehículo (2S2) con el cual diseñamos la rotonda.



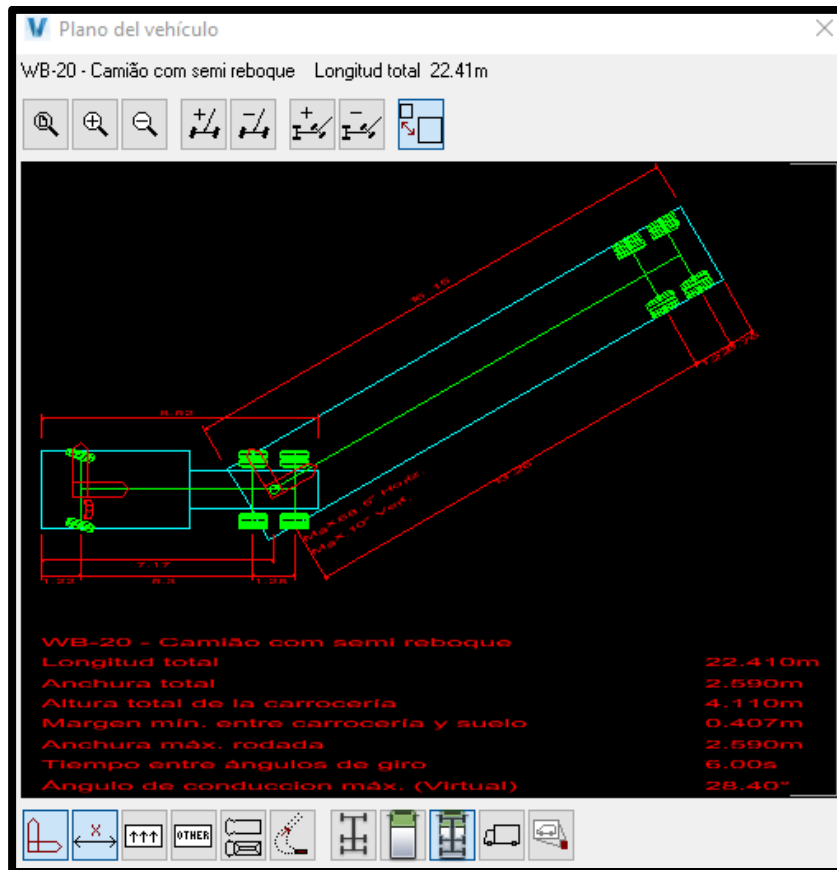
Colocamos el nombre del vehículo al cual le pondremos como nombre 2S2 como nos indica en la Nevi-2012, luego seleccionamos para escoger el tipo de camión que más se parezca y modificarlos a las dimensiones ya conocidas en la figura 8.



Luego buscamos en el explorador de biblioteca de vehículos a los vehículos basados (diseñados) por las normas AASHTO, determinando que el camión 2S2 de la Nevi-2012 es similar al WB-20 de la AASHTO el cual posee características similares.



Detalles del WB-20 (Camión con semirremolque).



Características del camión de diseño

Diseñar vehículo (Dim.: m, grad, s, km/h)

Diseñar vehículo

Nombre

Tipo

Anchura total

Voladizo delantero real

Voladizo trasero real

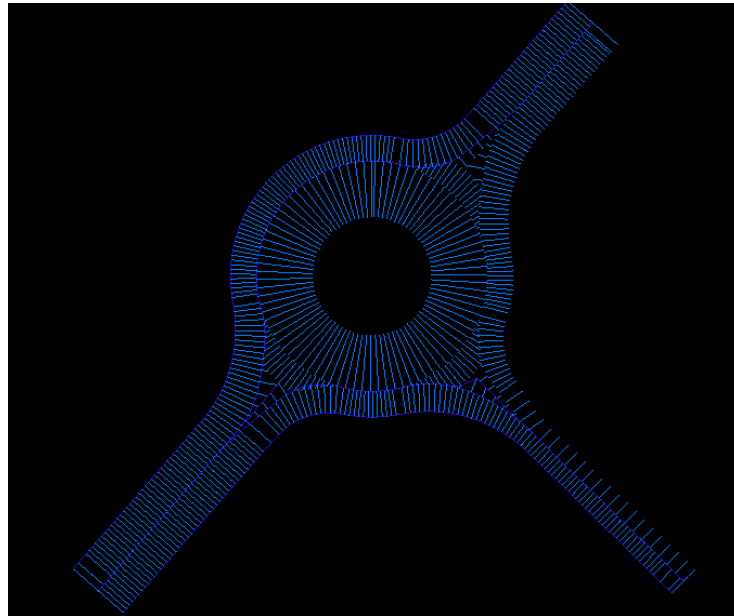
Distancia real entre ejes de la unidad tractora

Distancia real entre ejes de la unidad de remolque

Desfase real del pivote central

Longitud de la barra de remolque

Paso 34.- VISUALIZACIÓN DE LA ROTONDA EN 3D



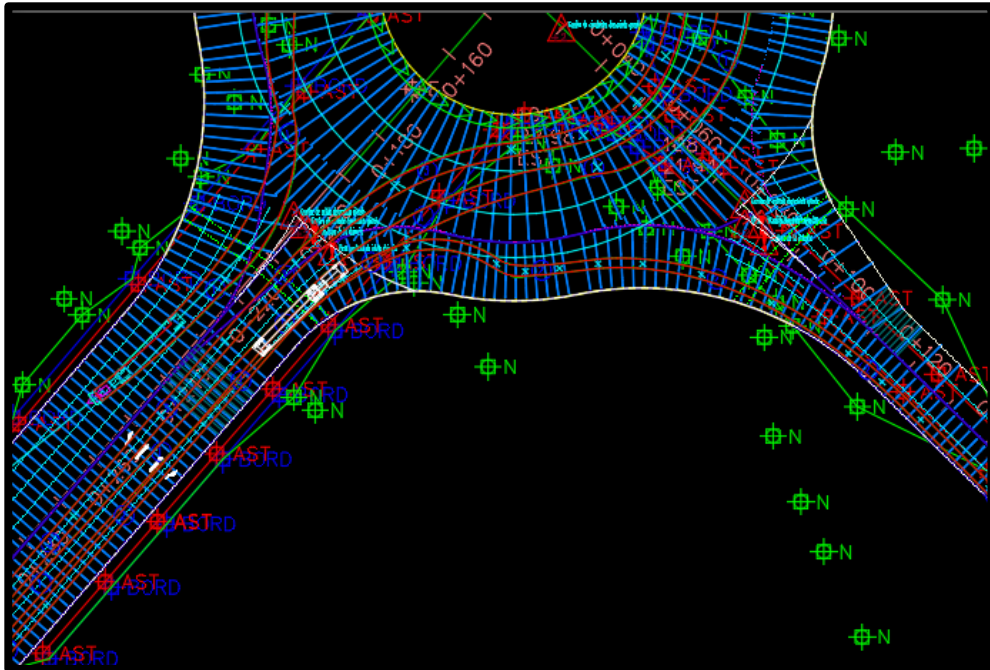
Paso 35.- Ruta de barridos, es una herramienta más de Vehicle Tracking, sirve para dar animación al vehículo tomado diseño de la rotonda, siguiendo la ruta que nosotros le asignemos.



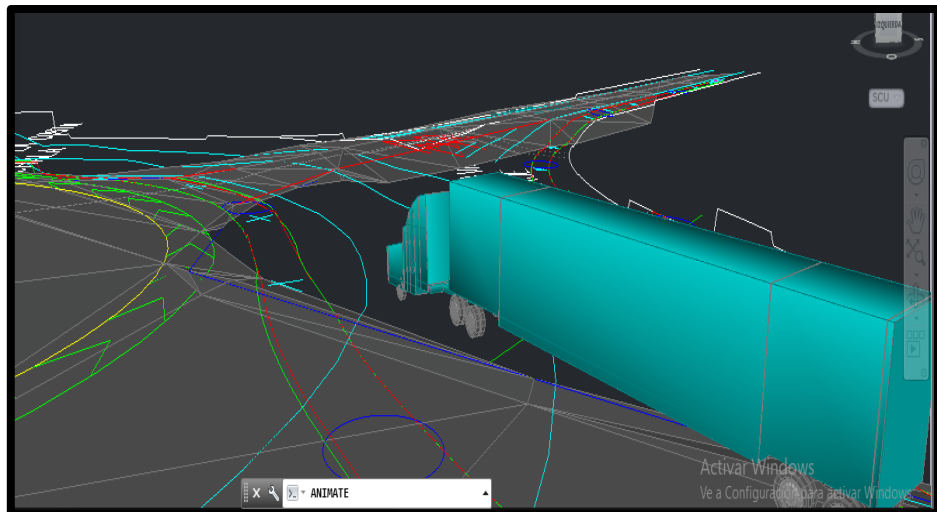
Paso 36.- Animación, sirve para animar al vehículo y observar cómo se comporta cuando este se traslada antes y durante de la intersección, animación que puede visualizarse en 2D y 3D.



Paso 37.- Animación de 2D, en esta animación podemos observar la trayectoria del vehículo desde una vista en planta (superior).



Paso 38.- Animación en 3D, son perfectos para ver el proyecto de manera más realista y poder observar el recorrido del vehículo de diseño además también podemos ver como quedo terminado el proyecto de la intersección.



6. CONCLUSIONES

- Usamos el método de poligonal abierta para realizar el levantamiento topográfico en la intersección de la vía Troncal de la Costa y vía Buenavista, ya que este método permite obtener más detalles catastrales, garantizándoles una mejor visión del proyecto al momento de diseñar en el programa Civil 3D.
- El diseño de nuestra rotonda es de 4 carriles, debido a que la demanda vehicular es bastante amplia en esta intersección por motivo de ser una vía primaria, diseñándola con las normativas Nevi-2012 de conformidad con la AASHTO, a través de una herramienta de Civil 3D conocida como Vehicle Tracking.
- Cada elemento geométrico de nuestra rotonda que hemos diseñado cumple con la normativa impuesta por nuestro país como lo son la Nevi-2012 cumpliendo además con los parámetros de la AASHTO, con esto garantizamos un mejor flujo y direccionamiento vehicular en esta intersección reduciendo el caos vehicular que existía.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un conteo vehicular durante 7 días en la intersección para identificar los problemas y obtener un promedio sobre el aforo vehicular, de esta manera podríamos analizar la mejor solución para nuestra intersección.
- Tomar todos los detalles catastrales a la hora de realizar un levantamiento topográfico ya que de esta manera podemos obtener una visión bastante amplia sobre nuestro proyecto reduciendo el margen de error.
- A la hora de realizar el levantamiento topográfico con estación total se recomienda dejar BM (bancos de datos) ya que estos nos serán de gran ayuda en caso quisiéramos replantear nuestra intersección.
- Diseñar una rotonda en programas de vías que ayuden a georreferenciar nuestro proyecto ya que así podemos tener un mejor panorama por lo podríamos garantizar el buen funcionamiento de la misma a través de simulaciones digitales que nos ayuda a visualizar el recorrido vehicular.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. D. T. Y. O. P. D. ECUADOR, «VOLUMEN N°2 - LIBRO A - NORMA PARA ESTUDIOS DY DISEÑOS VIALES,» 2013. [En línea]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf. [Último acceso: 01 02 2022].
- [2] P. E. ORO, «PLAN DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA EL ORO 2019,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/El-Oro-plan-vial-integral.pdf>. [Último acceso: 01 02 2022].
- [3] J. J. Baena Rojas, D. A. Castaño Villa y M. A. Tabares Castrillón, «Comparativo de las condiciones de transporte terrestre de carga entre los países miembro de la Alianza del Pacífico.,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/5518/551857287007/551857287007.pdf>.
- [4] R. D. E. A. NACIONAL, «LEY SISTEMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA VIAL TRANSPORTE TERRESTRE,» 27 ABRIL 2017. [En línea]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/LOTAIP_5_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf. [Último acceso: 01 02 2022].
- [5] H. E. O. Guaricela, «Evaluación de la capacidad en rotondas, en función de la optimización de su diseño geométrico basado en un aumento de la seguridad. Caso de estudio Cuenca,» SEPTIEMBRE 2017. [En línea]. Available: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2915/1/3.%2BTESIS%2BESTEBAN%2BORTEG A.pdf>. [Último acceso: 01 02 2022].
- [6] A. V. P. M. EDWIN FERNANDO DIAZ POMA, «ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS PRINCIPALES VIAS RAPIDAS POR LAS CUALES CIRCULAN LOS VEHICULOS EN LA PROVINCIA DEL AZUAY,» UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA , 2012. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2847/1/UPS-CT002468.pdf>. [Último acceso: 15 01 2022].
- [7] R. A. P. OBANDO, «ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR QUE SE PRESENTA EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. FRANCISCO DE ORELLANA Y CALLE 21 N.E, CORRESPONDIENTE A LA PARROQUIA TARQUI, GUAYAQUIL MEDIANTE EL USO DE UN REDONDEL DE TRAFICO.,» 2015-2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14857>. [Último acceso: 5 01 2022].
- [8] O. del Río Santana, F. d. J. Gómez Córdova, N. V. López Carrillo y Saenz Esqueda, «Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones.,» NOVIEMBRE 2020. [En línea]. Available: del Río Santana, Omar; Gómez Córdova, Felipe de Jesús; López Carrillo, Nadia Vanessa; Saenz Esqueda,.
- [9] D. R. Castillo Rodríguez, A. S. Martínez Laguardia y A. Gómez Abreu, «Architecture Based on Open Source Hardware and Software for Designing a Real-Time Vehicle Tracking Device,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=411555341005>.
- [10] T. Z. Ashhad Verdezoto, F. F. Cabrera Montes y O. B. Roa Medina, «ANÁLISIS DEL CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍA PRINCIPAL EN GUAYAQUIL-ECUADOR,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/5703/570363740001/570363740001.pdf>.

- [11] C. G. Vargas Febres y M. A. Serna Cuba, «Relación del aparcamiento y la congestión vehicular en el Centro Histórico de Cusco,» DICIEMBRE 2020. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/6364/636469089006/636469089006.pdf>.
- [12] D. Y. V. PACHECO, «ESTUDIO Y MEJORA DE LA FLUIDEZ DEL TRÁNSITO MEDIANTE EL DISEÑO DE UNA ROTONDA EN LA INTERSECCIÓN LOS ROBLES – LOS LAURELES, VALDIVIA,» 2014. [En línea]. Available: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfciv473e/doc/bmfciv473e.pdf>. [Último acceso: 05 01 2022].
- [13] A. M. T. Alzamora, «ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN LAS ROTONDAS MODERNAS,» [En línea]. Available: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2710/ICI_214.pdf.
- [14] J. Rivera j., «Análisis por microsimulación de las minirotondas urbanas,» [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46712303.pdf>.
- [15] N. C. H. R. PROGRAM, «ROTONDAS MODERNAS: GUIA INFORMATIVA FHWA,» 2011. [En línea]. Available: https://docs.google.com/file/d/0BxLPNTrCi_7uSXNGZFJPREtnX0E/edit?resourcekey=0-xXljJPGi3-DrXRIWQDOSkA. [Último acceso: 03 01 2022].
- [16] I. d. S. Vial, «Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial,» 2010. [En línea]. Available: https://docs.google.com/file/d/0BxLPNTrCi_7uNFdld1drYVR4RkE/edit?resourcekey=0-jVjv-fzW3mWsoknQTwf0bg. [Último acceso: 05 01 2022].
- [17] PSIENCIA, «Construcción y validación de la Escala Creencias sobre las Causas de los Siniestros Viales (ECCSV- RA1A),» Abril 2016. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/3331/333145838005.pdf>.
- [18] B. E. Pineda Uribe, «APLICACIÓN DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES EN COLOMBIA,» [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/852/85263724004/html/>.
- [19] B. J. R. E. C. L. A. Oyola Estrada, «Evaluación de la congestión vehicular: Av. Castro Benítez y Vía Pajonal, Machala-Ecuador, año 2016,» 2016. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6550728>.
- [20] M. D. T. Y. O. P. D. ECUADOR, «VOLUMEN N°1 PROCEDIMIENTO PARA PROYECTOS VIALES,» 2013. [En línea]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_1.pdf. [Último acceso: 06 01 2022].
- [21] LEYES-AR.COM, «Ley de tránsito,» [En línea]. Available: https://leyes-ar.com/ley_de_transito.htm. [Último acceso: 10 01 2022].
- [22] D. N. 1137, «REFORMA EL REGLAMENTO APLICATIVO DE LA LEY DE CAMINOS DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR,» 2015. [En línea]. Available: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/LOTAIP2015_REFORMA-EL-REGLAMENTO-APLICATIVO-DE-LA-LEY-DE-CAMINOS-DE-LA-REPUBLICA-DEL-ECUADOR.pdf. [Último acceso: 10 01 2022].

- [23] M. Olarte, L. Casanova, L. Pérez y M. G. Valero M, «Influencia de los reductores de velocidad en la capacidad y tiempo de recorrido en carreteras de dos canales. Carretera Mérida – El Vigía (Panamericana),» FEBRERO 2016. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/5075/507551270005/507551270005.pdf>.
- [24] R. STRIPS, «BANDAS SONORAS,» 2020. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/340610575_Bandas_Sonoras_Rumble_Strips.
- [25] L. C. C. C. J. L. Jesús Andrades, «Propuesta metodológica para la construcción y selección de modelos digitales de elevación de alta precisión.,» MAYO 2020. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v23n2/0120-0739-cofo-23-02-34.pdf>.

ANEXOS

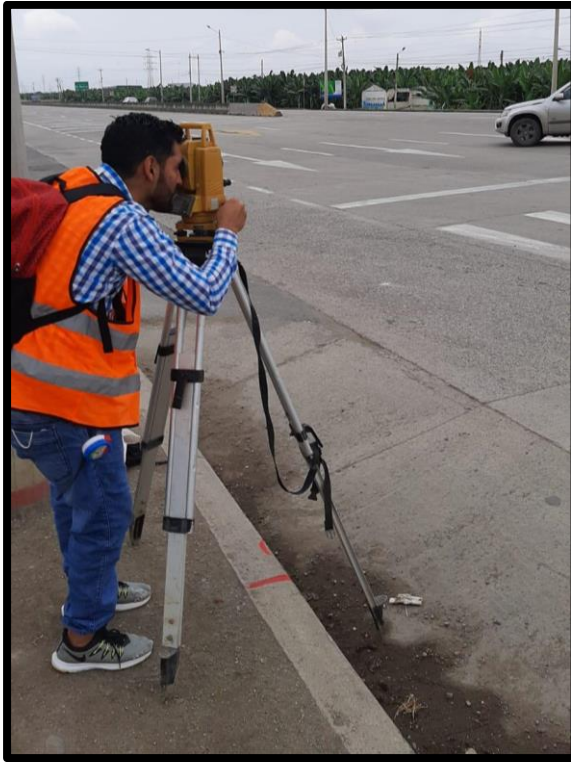
ANEXOS. 1: Levantamiento topográfico de la intersección Troncal de la Costa y la vía Buenavista.



Fuente: Autor (Detalle de bordillo)



Fuente: Autor (Detalle de Vía)



Fuente: autor (detalle de eje de vie)



Fuente: autor (detalle construcción)

ANEXOS 2: Datos bajados de la estación total

1	9628523.016	623395.955	23.007	EST
2	9628547.767	623417.098	23.148	EST
3	9628567.165	623433.775	23.372	VIA
4	9628596.522	623459.142	23.881	VIA
5	9628614.373	623474.569	24.173	VIA
6	9628531.314	623402.905	23.021	VIA
7	9628521.443	623394.316	22.990	VIA
8	9628520.597	623393.915	22.899	VIA
9	9628519.891	623394.136	22.810	VIA
10	9628493.669	623370.923	22.984	EST
11	9628496.047	623372.386	22.955	BORD
12	9628512.893	623396.378	22.493	BORD
13	9628510.809	623397.078	22.397	BORD
14	9628501.417	623400.134	22.009	BORD
15	9628537.538	623386.499	23.249	E
16	9628525.683	623395.916	22.964	AST
17	9628536.659	623361.479	23.029	BORD
18	9628548.929	623415.946	23.090	AST
19	9628571.167	623435.184	23.385	AST
20	9628548.282	623371.529	23.051	BORD
21	9628597.549	623457.937	23.854	AST
22	9628567.906	623388.514	23.092	BORD
23	9628589.165	623406.801	23.103	BORD
24	9628588.185	623429.446	23.399	E
25	9628604.922	623420.441	23.097	BORD
26	9628618.44	623432.054	23.014	BORD
27	9628635.97	623447.141	22.806	BORD
28	9628646.321	623456.05	22.653	BORD
29	9628645.214	623457.188	22.631	AST
30	9628634.436	623447.935	22.773	AST
31	9628616.807	623432.739	23.003	AST
32	9628603.924	623421.603	23.060	AST
33	9628588.035	623407.913	23.059	AST
34	9628569.626	623392.09	23.039	AST
35	9628554.327	623378.862	23.001	AST
36	9628545.255	623370.925	22.989	AST

Son los datos que arroja la máquina cuando bajamos la información de la estación total, y se los bajó en formato Txt.