

# Ruta de Circunvalación Metropolitana y Mejoras a Flujos Aledaños

Antonio J. Botello Meléndez • Ernesto L. López Rodríguez • Andrés Navarro Rodríguez

CE – 4920 Sec. 40 Civil Engineering Senior Design II (FA-2017) • Mentor : Roberto Marte de la Mota

## Introducción

La propuesta de una Ruta de Circunvalación es un intento de reducir los tiempos de viaje para usuarios en el área metropolitana. Una Vía de Circunvalación o como se ha determinado llamarla, una Ruta de Circunvalación, presenta una configuración de anillo que permite a los usuarios transitar de forma infinita una vía donde solo se puede acceder a través de salidas y entradas. Se circunvalará un área específica del casco Metropolitano entre San Juan y Guaynabo mediante tramos de vías preexistentes.

## Localización



## Objetivos

Al conectar los distintos tramos que serán parte de la Ruta de Circunvalación el tiempo de viaje para los usuarios de la misma disminuirá un treinta por ciento del tiempo actual de viaje. Con la finalidad de lograr un flujo libre para la ruta se va a crear un nuevo expreso (PR-51) paralelo a la PR-199 y se reconfigurará la conexión entre los expresos PR-20 y PR-52.

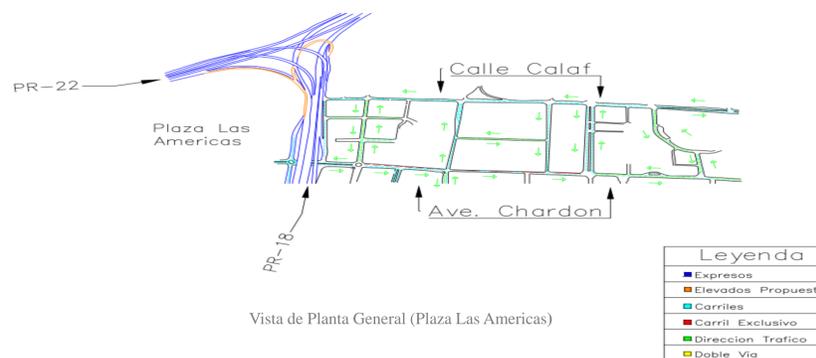
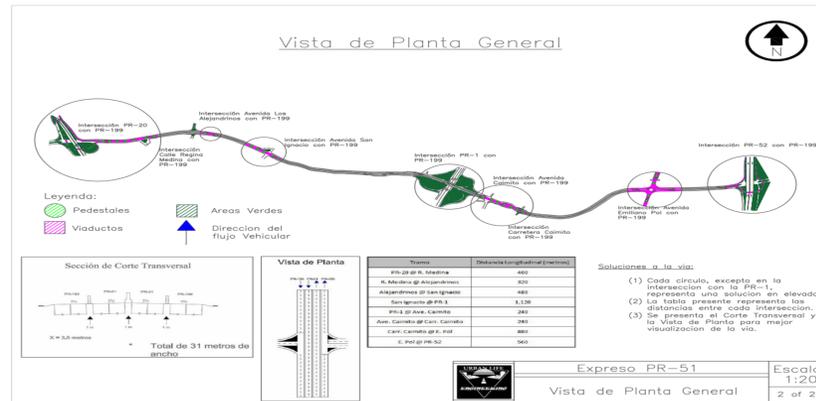
## Alcance y Limitaciones

En el alcance propuesto para el proyecto se encuentra el tramo de la carretera PR-199 entre la PR-52 y la PR-20. Este tramo de la Circunvalación representa una especial dificultad dentro de los tramos existentes ya que cuenta con ocho intersecciones semaforizadas, a las cuales llamamos Puntos de Conflicto. Los tramos restantes del Expreso de Circunvalación son la PR-2, la PR-22, la PR-18, la PR-52, la PR-20, Ave. Chardón y Calle Calaf, área de Plaza las Américas. Las soluciones se desarrollan según los criterios de diseño establecidos para Puerto Rico.

## Tiempos de Viaje

| Nombre de Rutas | Horas Pico (Con dirección) |       |                 |       |                 |       | Pesado (20mi/hr) | Mediano (35mi/hr) | Liviano (50mi/hr) |
|-----------------|----------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------------------|-------------------|
|                 | 7:30am a 8:30am            | Mi/hr | 12:00m a 1:00pm | Mi/hr | 5:00pm a 6:00pm | Mi/hr |                  |                   |                   |
| PR-199          | 12min                      | 15    | 10min           | 18    | 14min           | 12    | 7min             | 4.5min            | 3min              |
| PR-20           | 7min                       | 40    | 7min            | 35    | 12min           | 20    | 12.5min          | 7min              | 5min              |
| PR-2 y PR-22    | 10min                      | 20    | 9min            | 20    | 20min           | 10    | 9min             | 5min              | 3.5min            |
| PR-18 y PR-52   | 18min                      | 15    | 12min           | 22    | 30min           | 10    | 14min            | 8min              | 5.5min            |
| Circunvalación  | 45min                      | 20    | 35min           | 25    | 65min           | 13    | 43min            | 25min             | 17min             |

## Modificaciones Propuestas



## Análisis de Capacidad

LOS:

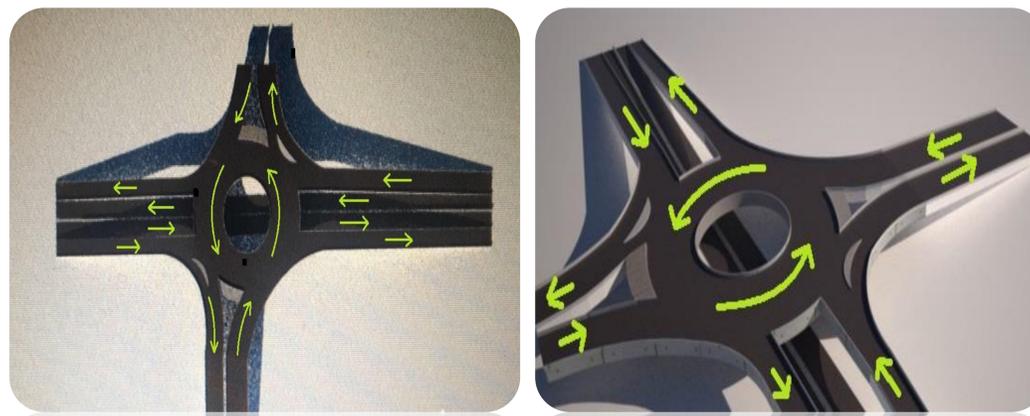
$$S = 65 - 0.00001418 (1,613 - 1,400)^2 = 64.4 \text{ mph}$$

$$D = 1,613/64.4 = 25.05 \text{ pc/mi/ln}$$

| LOS | Density (pc/mi/ln)           |
|-----|------------------------------|
| A   | ≤ 11                         |
| B   | > 11-18                      |
| C   | > 18-26                      |
| D   | > 26-35                      |
| E   | > 35-45                      |
| F   | Demand exceeds capacity > 45 |

**LOS C**

## Rotonda Elevada (3D)



## Diseño Estructural

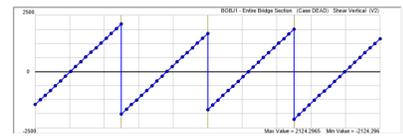
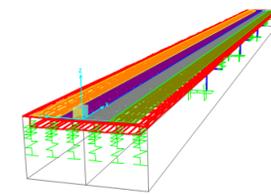


Diagrama de Cortante (Max 2,124.30 kip\*ft/ft)

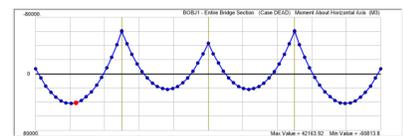
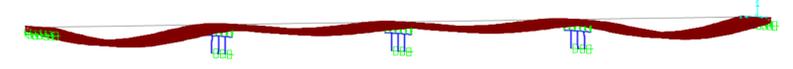


Diagrama de Momento (Max 42,163.92 kip\*ft/ft)

Se utilizó el programa CSI - Bridge para el Análisis Estructural del puente. El puente contiene 4 spans de 164 ft (c/u) con columnas circulares 6 ft.



Comportamiento Elástico de las Losas de Hormigón

## Fases de Construcción

| Task Name                       | Duration | Start        | Finish       | 1st Quarter | 2nd Quarter | 3rd Quarter | 4th Quarter |
|---------------------------------|----------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 Proyecto Circunvalacion       | 462 days | Mon 01/01/18 | Tue 08/10/19 |             |             |             |             |
| 2 Planificacion                 | 150 days | Mon 01/01/18 | Fri 27/07/18 |             |             |             |             |
| 3 Diseño Conceptual             | 40 days  | Mon 01/01/18 | Fri 23/02/18 |             |             |             |             |
| 4 Permisologia                  | 110 days | Mon 26/02/18 | Fri 27/07/18 |             |             |             |             |
| 5 Fase 1                        | 75 days  | Wed 28/02/18 | Tue 12/06/18 |             |             |             |             |
| 6 Rotonda Elevada PR-199        | 75 days  | Wed 28/02/18 | Tue 12/06/18 |             |             |             |             |
| 7 Trébol PR-1                   | 70 days  | Wed 28/02/18 | Tue 05/06/18 |             |             |             |             |
| 8 Fase 2                        | 165 days | Wed 08/06/18 | Tue 22/01/19 |             |             |             |             |
| 9 Elevado de Caimito PR-842     | 165 days | Wed 08/06/18 | Tue 22/01/19 |             |             |             |             |
| 10 Elevado de Ave. San Ignacio  | 145 days | Wed 08/06/18 | Tue 25/12/18 |             |             |             |             |
| 11 Elevado para viraje en U     | 125 days | Wed 08/06/18 | Tue 27/11/18 |             |             |             |             |
| 12 Fase 3                       | 184 days | Wed 08/06/18 | Mon 18/02/19 |             |             |             |             |
| 13 Elevado Plaza Las Américas   | 175 days | Wed 08/06/18 | Tue 05/02/19 |             |             |             |             |
| 14 Elevado de Calaf para Caguas | 184 days | Wed 08/06/18 | Mon 18/02/19 |             |             |             |             |
| 15 Rotonda Plaza Las Américas   | 65 days  | Wed 08/06/18 | Tue 04/09/18 |             |             |             |             |
| 16 Fase 4                       | 185 days | Wed 23/01/19 | Tue 08/10/19 |             |             |             |             |
| 17 Elevados PR-20               | 185 days | Wed 23/01/19 | Tue 08/10/19 |             |             |             |             |
| 18 Elevados PR-52               | 185 days | Wed 23/01/19 | Tue 08/10/19 |             |             |             |             |

## Estimado de Costos

| Etapa             | Descripción  | Costo (\$)        | Duración (Meses)              |
|-------------------|--|-------------------|-------------------------------|
| Fase I            | → Rotonda Elevada de la PR-199                     | 117,700,000       | 5                             |
|                   | → Trébol de PR-1                                   | 13,500,000        |                               |
| Fase II           | → Elevado de Caimito                               | 72,320,000        | 6                             |
|                   | → Elevado San Ignacio                              | 35,083,800        |                               |
|                   | → Elevado entre San Ignacio y Alejandrino          | 31,160,000        |                               |
| Fase III          | → Plaza Las Américas (Elev. De Bayamón y San Juan) | 54,200,000        | 8                             |
|                   | → Elevado de Calaf para Caguas                     | 17,500,000        |                               |
|                   | → Rotonda Plaza Las Américas                       | 19,650,000        |                               |
| Fase IV           | → Elevados PR-20                                   | 142,151,000       | 8                             |
|                   | → Elevados PR-52                                   | 129,375,000       |                               |
| Presupuesto Final |  | \$ 632,639,800.00 | 16 (Meses)<br>1 Año & 4 Meses |

## Conclusión

El objetivo general de reducir en 30% el tiempo de viaje se ha cumplido logrando reducir a 43 minutos de viaje al total actual de 65 minutos para completar una vuelta a la ruta en hora pico. La experiencia de otros países nos muestra que la tendencia es la de aumentar el flujo vehicular en la zona. Por esta razón se recomienda implementar Calles Completas dentro de la periferia que propicie la implementación de transportación pública, transportación de bicicletas y peatones.