



## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

#### 6.1 Introducción

A través de los capítulos se ha analizado pilotes de todo tipo de sección y profundidad para concluir comportamientos y así ir logrando avances en los diseños en nuestro país. Se ha comenzado por describir a los pilotes de Bahía de Caráquez-San Vicente y Carrizal. Después se ha presentado el marco teórico para el análisis sísmico de pilotes de el acceso de Bahía de Caráquez, con elementos finitos tipo barra con masa uniforme distribuida en la cual se ha realizado un análisis sísmico de tres pilotes con una profundidad de 7 m, 11 m y 15 m, específicamente los pilotes del Estribo E1, y de las pilas P3 y P6, para así tener una mejor representación de los resultados pudiendo observar las variaciones de los mismos por la diferencia de longitudes. Se considera además seis modelos de distribución de la carga que llega de la superestructura al pilote. El sismo utilizado fue la componente horizontal del sismo de El Centro de 1940 el mismo que fue utilizado para el diseño definitivo del Puente de Bahía de Caráquez.

Se ha realizado el análisis sísmico transversal de la pila central derecha de los apoyos intermedios del puente sobre el río Carrizal esta tiene una longitud aproximada de 54 metros de profundidad, en el cual se ha utilizado dos alternativas en el modelo, en la



primera se considera una viga de hormigón de arriostramiento y en la segunda contempla dos vigas de acero de arriostramiento recordando que esta última es la que actualmente se está construyendo en el Carrizal, para cada uno de los dos casos se ha efectuado a fin de comparar el análisis sísmico considerando comportamiento lineal del suelo y luego considerando comportamiento no lineal del suelo. La acción sísmica fue la componente horizontal del sismo de El Centro de 1940.

Se ha realizado también el análisis sísmico transversal de la pila P20 de uno de los apoyos del tramo central del puente que une Bahía de Caráquez con San Vicente, la cual tiene una longitud aproximada de 45m. En este diseño se incluyó la zapata pilas y viga cabezal del apoyo para así ver el comportamiento completo de este. Se modeló ante dos sismos, uno lejano como es el sismo de El Centro de 1940 y un sismo impulsivo como es el sismo de New Hall de 1994.

Y por último después de teoría de la capacidad última de los pilotes que trabajan a punta y a fricción, se calculó la capacidad última de la pila 6 del puente de Bahía de Caráquez – San Vicente

## 6.2 Conclusiones

Del trabajo realizado se desprenden las siguientes conclusiones:

- Para el análisis de un pilote individual la respuesta sísmica está en función de la forma que se reparta la carga de la superestructura en el pilote, actuando lo dicho enormemente en resultados muy variados como por ejemplo la carga solamente



concentrada en la cabeza del pilote conduce a desplazamientos muy bajos, sin tener nada que ver la profundidad del pilote en el cálculo. El bulbo de presiones de Boussinesq fue la guía para encontrar el límite para la distribución de la carga más adecuada para el análisis del pilote. Ya que la profundidad más adecuada es donde la presión generada por el bulbo de presiones de la carga de la superestructura ya no tiene ningún tipo de influencia en el suelo. En nuestro estudio esto se encontró que la carga se debe repartir aproximadamente desde los 4 a 6 metros de profundidad del pilote.

- El comportamiento de un grupo de pilotes modelado con la viga cabezal es un modelo más real ya que los pilotes trabajan monolíticamente para obtener mejores resultados y menores desplazamientos.
- El considerar que el suelo es completamente elástico puede ser un grave error en el cálculo de las estructuras ya que todo material tiene un límite elástico y el hecho de no considerarlo puede llevar a desplazamientos laterales muy bajos como se pudo observar en los resultados del capítulo 3. En cambio el considerar el comportamiento no lineal del suelo en nuestro caso nos llevo a desplazamientos laterales altos no aconsejables para la estructura.
- El cambio de diseño del Puente Carrizal no afectará mucho a la estructura ya que tiene resultados muy parecidos en los valores máximos, desplazamientos y cortantes tanto en el comportamiento lineal del suelo como para el comportamiento no lineal del suelo. Lo que si valdría destacar es que el hecho que la alternativa 2 sea de acero hace que los resultados muestren que va a vibrar un poco mas con relación a la



alternativa 1 pero las demandas de fuerzas máximas son semejantes a la alternativa 1.

- El suelo del Puente de Bahía en que se encuentran alrededor los pilotes muestra ser bastante bueno ya que en los resultados el pilote actúa como si estuviera empotrado los primeros 20 metros desde la base.
- Es importante incluir en el modelo numérico el aislador de base, con resortes que restringen los desplazamientos de los grados de libertad horizontales, caso contrario estaría trabajando la estructura como un péndulo invertido. El aislador, FPS, provoca una especie de frenado en la estructura debido al peso de la superestructura.
- El análisis realizado con el sismo impulsivo de New Hall nos muestra que este sismo impulsivo tiene fuerzas y desplazamientos un poco más altos que los del sismo de El Centro ya que la aceleración del suelo es de casi 0.6g.
- Por último el análisis del tipo suelo como las curvas de carga – deformación del suelo son algo elemental para el cálculo de pilotes ya que son muy importantes para el cálculo del mismo, la mala información de alguno de estos datos influye increíblemente en los resultados que se obtenga ya sea para encontrar la rigidez del suelo o para encontrar la carga última del pilote.



### 6.3 Recomendaciones

Del trabajo realizado se desprenden las siguientes recomendaciones:

- No es muy recomendable calcular un pilote aislado de la estructura ya que los desplazamientos laterales y fuerzas cortantes mostrados son más altos que los que realmente suceden y si se lo llega hacer lo recomendable es encontrar los bulbos de presiones y de acuerdo a ello ver hasta que profundidad llega la presión para repartir la carga de la superestructura en el pilote.
- Es recomendable analizar la infraestructura con un modelo no lineal del suelo ya que es un modelo seguro y real con el que se puede trabajar en la estructura.
- Es verdad que el sismo de New Hall no se va a registrar en el Ecuador pero si es necesario ver el comportamiento del puente más largo construido en América Latina con aisladores de base, ante un sismo impulsivo. Es recomendable a futuro que se realice un sismo artificial impulsivo que podría suceder en el Ecuador para así utilizarlo como base en los futuros modelos y así poder prevenir un sismo tan destructor como es un sismo impulsivo.