ARCHTEC

El sistema galardonado para el refuerzo, reparación y estabilización de puentes arqueados de mampostería.

THE QUEEN'S AWARDS
FOR ENTERPRISE:
INNOVATION
2002

El Sistema Cintec

El requisito de los puentes:

En Europa existen muchos miles de puentes arqueados de mampostería; sólo en el Reino Unido hay más 40.000. Estos están en servicio continuo en carreteras, ferrocarriles y vías fluviales. Muchos de ellos tienen más de 100 años y nunca fueron diseñados para soportar las cargas de tráfico a las que están sometidos en la actualidad. Un camión moderno con su carga puede pesar cuarenta toneladas y desde enero de 1999 la Directiva Europea 96/58/EEC requiere que todos los puentes de las carreteras y autovías principales sean capaces de soportar una carga axial de 40 toneladas.

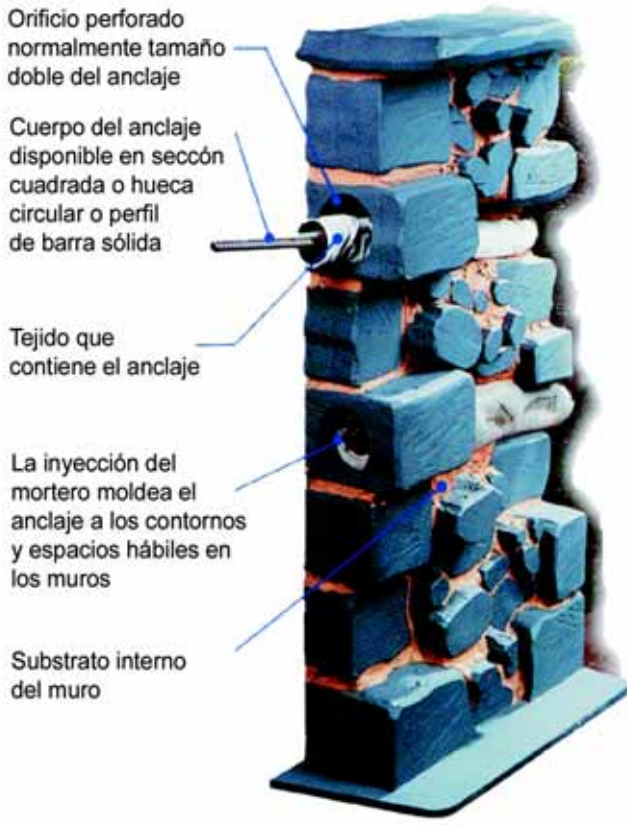
La reacción de Archtec:

Archtec proporciona un sistema exclusivo para refuerzo de puentes: un servicio completo de diagnósticos, diseño e instalación, empleando tecnología de alta vanguardia y métodos de perforación especialmente ideados para reforzar los puentes arqueados de mampostería. El sistema consigue la rápida modernización y actualización económica de los puentes con la capacidad deseada de soporte de carga.

Su funcionamiento:

El sistema de anclajes Cintec comprende una barra de acero envuelta en una bolsa de tejido en malla dentro de la cual se inyecta un mortero de fabricación especial en condiciones de baja presión. La instalación es efectuada a través de orificios perforados con precisión producidos con tecnología de perforación con diamante en seco o en húmedo. La bolsa flexible de poliéster tejido limita el flujo del mortero de inyección y se expande hasta el doble de su diámetro original, moldeándose a las formas y espacios en el interior del muro o arco del puente para proporcionar una fuerte adhesión mecánica a lo largo de la longitud entera del anclaje.
El mortero de inyección es un producto basado en cemento Portland, que contiene áridos de distintos tipos y otros componentes que, cuando son mezclados con agua, producen un mortero cementoso capaz de ser bombeado y que demuestra buena resistencia sin encogimiento.

Para el refuerzo de puentes, los anclajes distribuyen la carga del tráfico, desplazando la presión fuera de los lugares críticos de mayor tensión en el arco. El sistema tiene la ventaja adicional de que a menudo no requiere el cierre del puente al tráfico durante el proceso de instalación.
Desde la valoración inicial y un proceso de diseño de elementos finitos hasta la instalación de los anclajes y conclusión del proyecto por instaladores altamente cualificados, Archtec es un servicio muy completo que demuestra eficiencia y rendimiento económico. Tiene cualidades positivas medioambientales, produce trastorno mínimo al tráfico y, como no presenta modificaciones visibles del aspecto de la estructura, es el sistema favorito de las instituciones de monumentos históricos.



Muros de pretil: EL sistema de anclaje Cintec también proporciona un método eficaz de refuerzo interno para los muros de mampostería en los puentes. No es necesario reducir la anchura de la vía de circulación y puede ser diseñado para las clasificaciones de soporte de vehículos hasta la clase P6.

Rendimiento Comprobado:

Las cualidades intrínsecas del Anclaje Cintec están bien documentadas a lo largo de los años de ensayos intensos. Desde inmuebles y monumentos históricos, puentes, bloques de gran altura y muros de puertos, Cintec resuelve los retos técnicos de la conservación de estructuras con el conocimiento de la eficacia comprobada de los aspectos físicos que fundamentan la metodología.

Rendimiento:

Un estudio independiente realizado por el Organismo de Investigación de la Construcción incluyó los ensayos de envejecimiento acelerado. Estos ensayos simulaban un ciclo de envejecimiento de cuarenta años y confirmaron el rendimiento a largo plazo de los anclajes.

Duración:

Congelación - Descongelación:

Una vez concluidos los ensayos rigurosos en Norteamérica, el informe sobre el Rendimiento unidireccional en el ciclo de congelación y descongelación de los Anclajes de Mampostería Cintec (según la norma EN772) concluyó que no existió pérdida del mortero de inyección o en la mampostería de contención después de ser sometidos a un ciclo completo de 100 años.

Ensayo del laboratorio del TRL: desde 20 toneladas hasta 45 toneladas.

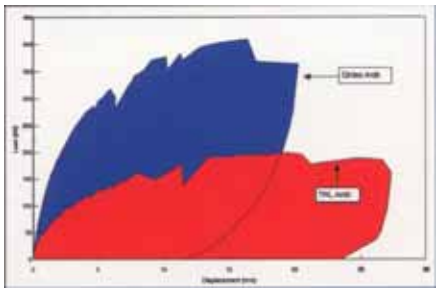
Incendio:

Los ensayos contra incendios en el Organismo de Investigación de Construcción (Reino Unido) han confirmado el alto rendimiento continuo de los Anclajes Cintec después de haber sido expuestos a un calor de 1200ºC durante dos horas.

Medioambiente:

Por muchas razones, el sistema Archtec es una elección acertada en el sentido medioambiental:

- Consume típicamente 90% menos de energía que los métodos convencionales
- No causa contaminación a las vías fluviales
- No desfigura el aspecto de las estructuras y puentes
- Las áreas de construcción de Archtec tienen una pequeña 'zona de actividad'
- Causa muy poca o ninguna demora o desvío del tráfico.



Ensayo de carga y movimiento en un modelo de arco que demuestra un aumento muy importante de la resistencia.

Resistencia y Flexibilidad:

Ciertos ensayos de gran escala han sido desarrollados en el Laboratorio del Organismo de Investigación del Transporte cerca de Londres. Basados en un puente real en el Reino Unido, se estableció que el punto de fallo a la carga en un modelo sin reforzar era 20 toneladas. A partir del refuerzo con anclajes Cintec de una barra, cuya localización precisa fue determinada por un diseño de alta vanguardia, el punto de fallo a la carga fue elevado a 41 toneladas.
El refuerzo usando los nuevos anclajes Cintec de barras múltiples ha elevado aún más el punto de fallo a la carga hasta 45 toneladas.
En términos generales, los siguientes resultados fueron demostrados:

- La capacidad de soporte de carga del arco queda más que duplicada
- La primera grieta o fallo de articulación en el arco no ocurre por debajo de la línea de carga
- La instalación de los anclajes Cintec demora la formación de fallos de articulación
- La adhesión entre la mampostería y los anclajes es óptima
- La instalación del refuerzo es relativamente rápida y fácil
- El sistema agrega importante flexibilidad y elasticidad a la estructura

Tecnología Galardonada:

Cintec ha sido galardonada con varios premios muy codiciados por conservación y preservación del medio ambiente y de puentes históricos. El Premio de Su Majestad a la Innovación es el éxito supremo.

Estudios de casos

Los puentes del camino

Snowbridge
Glasgow, Escocia, GB.

La estructura

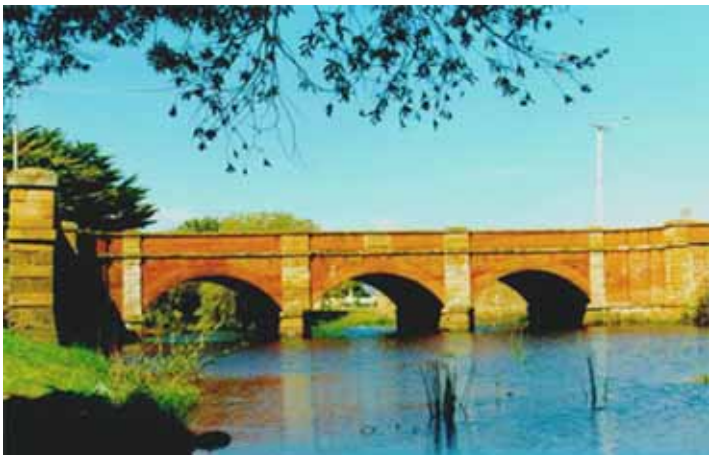
Oculto en los tranquilos jardines de Kelvin Grove Park, Glasgow en Escocia, mucha gente pensaba que el puente Snowbridge se había jubilado y retirado del primer plano. Su gloria anterior por haber sido el medio principal para eliminar la nieve acumulada en las calles y avenidas principales de Glasgow había sido sustituida muchas décadas antes por cargadoras mecánicas.

El problema

Con su jubilación, sufrió, como la mayoría de las estructuras en desuso, el abandono y falta de mantenimiento debido a su escasa prioridad en los presupuestos.
En 1987, se le solicitó a CINTEC elaborar un presupuesto para rectificar los muchos años de abandono. Una vez concluido un reconocimiento completo y presentado el informe de los ingenieros Ove Arup and Partners, fue elaborado y presentado un plan completo de mantenimiento y anclajes al Ayuntamiento de la Ciudad para poner la estructura en condiciones de seguridad.

La solución

El plan centraba su atención en la introducción de anclajes estructurales huecos y cuadrados de acero inoxidable en las dovelas e intradós de los arcos y muros de tímpano. La perforación seleccionada para el plan fue de diamante en húmedo con retención de núcleo en la estructura de piedra natural. Esto consiguió la precisión de perforación deseada y la necesidad de reducir la vibración al mínimo en la frágil estructura.
Las propuestas quedaron suspendidas durante varios antes de comenzar las obras. Es más, se consideró seriamente la demolición de la estructura entera hasta que las autoridades se apercibieron de que contenía telecomunicaciones ópticas entre el Reino Unido y EE.UU.



Red Bridge - Tasmania.

La estructura

El “Red Bridge” (Puente Rojo) que cruza el río Elizabeth en Campbell Town en Tasmania es el puente arqueado de ladrillo rojo con mayor antigüedad en Australia. Consiste en tres vanos segmentales de arco de 25 pies (7,6 metros) y fue construido por la mano de obra de los presidiarios entre 1836 y 1838 usando ladrillos de arcilla roja fabricados a pie de obra. Se apoya sobre una subestructura de masa basáltica y en sus pilares, estribos y terminaciones se usa piedra arenisca.

El problema

El puente fue originalmente construido con suficiente anchura para tener dos vías modernas para el tráfico, además de calzadas. En el momento actual no existe una ruta alterna conveniente, ni tampoco existe una en proyecto para el futuro próximo. La Secretaría de Infraestructuras, Energía y Recursos de Tasmania, ordenó una restauración de la integridad estructural y refuerzo para poder soportar vehículos pesados modernos. En parte de la “lista de cualidades deseadas” también se requería el refuerzo conforme a la nueva norma de cargas SM1600 que permite los aumentos futuros y que estipula cargas superiores a las 40 toneladas métricas en un grupo de 3 ejes.

La solución

Se formó un consorcio entre la sucursal australiana de Cintec y Van Ek Contracting de Tasmania, conocido contratista por su experiencia en la conservación de puentes antiguos y la construcción de nuevos. Cuando se publicó la solicitud en toda Australia para un contrato de diseño y construcción, sólo el consorcio de Cintec usando el proceso Archtec pudo satisfacer los requisitos de la Secretaría y un contrato fue negociado sin recurso a licitaciones adicionales.
El análisis por los consultores de Archtec, Gifford and Partners del Reino Unido, demostró que el puente tenía posibilidades de ser reforzado según la carga requerida conforme a la norma SM1600. Se usaron morteros y lechadas de cal para inyección especialmente formulados para garantizar que el puente cumplía el requisito de especificación en el futuro previsible sin necesidad de efectuar reparaciones importantes.

Clifton Bridge
Fronteras de Escocia, GB.

Construido en roca aleatoria compacta y dura, estos dos vanos de más de 22 pies y 6 pulgadas (7m) fueron evaluados con una capacidad de soporte de 8.4 toneladas (7,5 toneladas métricas). El puente está localizado en un entorno rural sin ruta alterna para algunos usuarios. Por tanto, ARCHTEC fue seleccionada para causar el mínimo trastorno al tráfico y por sus ventajas medioambientales. Un “sistema de caballete” hubiera causado muchos trastornos. El Ayuntamiento de las Fronteras de Escocia estaba limitado a dos semanas de obras conforme a las preferencias de la comunidad agrícola local. El puente fue terminado a tiempo y según el presupuesto asignado, y organizado de modo que permaneció abierto al tráfico a lo largo de todo el proceso de la instalación.

Pont Llanafan
Ceredigion, Gales

Esta estructura histórica fue el primer proyecto de Archtec en Gales y requería permiso por parte de la institución de protección de inmuebles de interés histórico o arquitectónico. El puente permaneció abierto durante las obras y los orificios centrales fueron perforados por la noche. Se utilizaron doce anclajes, con un promedio de 23 pies (7m) de longitud para el refuerzo y tres anclajes longitudinales para la estabilización del arco.

Bodiam Bridge
Hertfordshire, Reino Unido

La estructura

Este es el lugar de una carretera romana, construida en un paso elevado con firme de ramas de arbustos y escombros para comunicar con una fundición de hierro. Construido en 1797, el puente es una estructura de arco triple y lomo central elevado, con una sola vía de circulación en ladrillo, y existen indicios de varias reparaciones a lo largo de su vida en servicio.

El problema

Aparentemente han ocurrido problemas con la construcción original. En las hileras inferiores del ladrillo existen torceduras pronunciadas hacia el extremo norte del puente, que desaparece al ritmo que la construcción continúa hacia arriba. En años recientes, el puente ha sufrido los efectos de un creciente tráfico pesado potenciado por los muy fríos inviernos de 1986 y 1987. Esto ha producido la fisura de los ladrillos adyacentes a las dovelas de los arcos, algo de movimiento en los muros de tímpano y delaminación de los muros laterales en el extremo sur. La Diputación Provincial se puso en contacto con Cintec para debatir una propuesta de anclajes inyectados con mortero para conseguir la sujeción transversal del arco.

La solución

Con objeto de prevenir la expansión adicional de los arcos, se propuso sujeción por toda la anchura completa del puente, escalonada desde ambos lados. Esto garantizó que los esfuerzos laterales no quedaban transferidos a un sólo plano en las cercanías de la línea divisoria central del puente causando nuevas fisuras en esta zona. Después de rellenar los anclajes con mortero de inyección, los orificios fueron repasados y restaurados con mortero de color en juego con el ladrillo.
También fueron usados anclajes más pequeños para reparar los muros laterales del extremo sur donde la trepanación de las partes abultadas del muro demostró que una capa exterior de ladrillo caravista estaba despegándose del espesor total del muro. La capacidad de alta adhesión facilitó efectuar un anclaje eficaz en una sola capa de ladrillo conseguida mientras todavía estaba el extremo del anclaje embutido en la cara.

Estudios de casos

Los puentes ferrocarril

Viaducto Outwood
Radcliffe, Reino Unido

La estructura

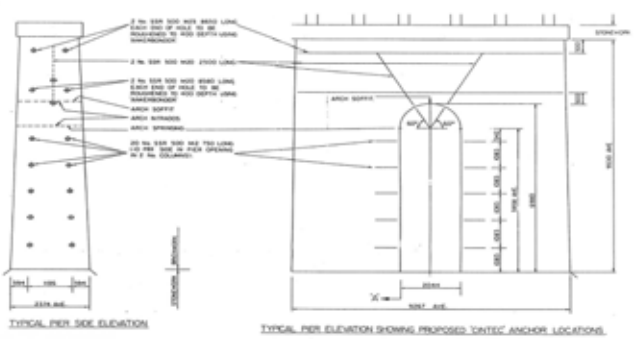
A partir de su clausura en 1966, el Viaducto Outwood había caído en el abandono. Sin embargo, su demolición propuesta por British Rail fue suspendida debido a objeciones por parte del público liderada por la institución Railway Heritage Trust, y finalmente fue clasificado con el estado de Grado II de protección. Cruza por el río Irwell en el borde occidental de Radcliffe, zona metropolitana de Manchester . Los vanos fueron fabricados e instalados en 1881 y tienen una longitud general de 336 pies (102,4 m). Cada vano comprende seis nervios tipo arco de tímpano abierto de hierro colado con armadura lateral.

El problema

British Rail (Ferrocarriles Británicos) había previamente intentado reforzar los cuatro pilares cóncavos de ladrillo agregando nueva mampostería a las perforaciones originales de arco sencillo localizadas en cada pilar. Sin embargo, estas nuevas obras habían comenzado a despegarse de la estructura original. Numerosas fisuras eran visibles entre la mampostería antigua y la nueva.

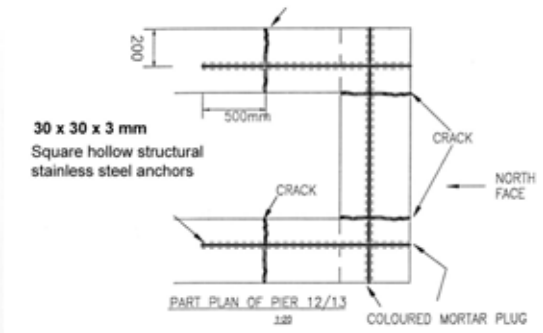
La solución

Cintec suministró 108 anclajes de cosido de barra roscada y de refuerzo desde 2,5 pies (0,75 m) hasta 30 pies (9 m) de longitud. Estos fueron instalados a través de las fisuras para reconectar el ladrillo de refuerzo interno a la estructura original según está indicado en la propuesta de diseño abajo. Después de la renovación, el Viaducto Outwood fue inaugurado oficialmente como sendero, camino de herradura y de ciclismo en 1999 por Sir William McAlpine, Presidente del Railway Heritage Trust.



TYPICAL PIER SIDE ELEVATION

TYPICAL PIER ELEVATION SHOWING PROPOSED 'CINTEC' ANCHOR LOCATIONS



Viaducto Teviot
Escocia, Reino Unido

La estructura

Construido en 1847, el Viaducto Teviot cruza el río Teviot en Roxburgh en las Fronteras Escocesas.

El problema

A consecuencia de no pertenecer ya al sistema de ferrocarril, la estructura de mampostería en piedra había caído en el abandono con innumerables fisuras por los arcos y en los pilares. Varios bloques de piedra también se habían aflojado y faltaban. Sin embargo, debido a su importancia arquitectónica local, se consideró que el viaducto merecía su conservación. La financiación fue otorgada por el British Railways Board (Consejo General de los Ferrocarriles Británicos) y la institución Railway Heritage Trust.

La solución

La primera fase de la restauración comprendió la sustitución de bloques de piedra rotos y faltantes en las dovelas de los arcos. Para reducir el riesgo de un colapso progresivo, las piezas de piedra adyacentes fueron mantenidas en su sitio mediante anclajes estructurales de cosido cuadrados y huecos de acero inoxidable de 4 pies (1,22 m) de longitud. Esto consolidó el arco mientras que las piedras de sustitución eran instaladas.
La segunda fase de las obras comprendió el entrelazado de los muros exteriores de mampostería en cada pilar.
En total, fueron instalados 112 anclajes.

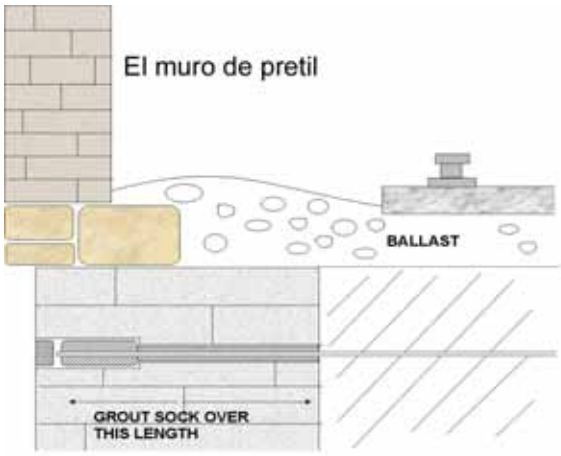
Viaducto Killiecrankie Tayside, Escocia

La estructura

El Viaducto de Killiecrankie fue reparado y reforzado. Las obras tenían por objeto aumentar la velocidad máxima de la vía y aceptar los trenes Intercity desplazándose hasta 125 mph (201km/h). Estas mejoras fueron parte de un plan extenso que amparaba el recorrido entero del Ferrocarril Highlands Railway desde Perth hasta Inverness en Escocia. Siguiendo los contornos de Glen Garry, la curvatura de la estructura de arcos múltiples aumentó el reto de ingeniería. El ingeniero consultor Scott Wilson Glasgow, concluyó su evaluación con la necesidad de reforzar el viaducto para que pudiera soportar los mayores esfuerzos laterales que serían aplicados por los trenes de alta velocidad.

La solución

Anclajes de barra de refuerzo deformada en longitudes entre 3 pies (1m) y 15 pies (4,5m) fueron instalados horizontalmente por debajo de toda la anchura del viaducto. Los anclajes pasaron desde el muro tímpano de mampostería a través de las juntas de imposta en “V” hasta el muro tímpano opuesto. Solo las secciones de anclaje localizadas dentro de los muros tímpano fueron embolsados e inflados con mortero de inyección (véase abajo). Para aumentar los valores de tensión, los anclajes fueron instalados en orificios trepanados escalados, permitiendo la expansión de la bolsa más allá del diámetro del orificio interno. Otros anclajes fueron instalados a través de las piedras de la dovela en las bóvedas del arco de mampostería. En total, fueron instalados 230 anclajes Cintec por la experta empresa perforadora Ritchies of Kilsyth.



Viaducto Deansgate Manchester, Inglaterra

La estructura

El muy activo viaducto ferroviario de Deansgate está situado en el corazón de Manchester, atravesando numerosos inmuebles, calles y canales

El problema

En 1997, el flujo normal diario de tráfico ferroviario fue trastornado por un incendio destructivo que comenzó en un taller localizado directamente por debajo del viaducto. El consiguiente calor generado por el incendio causó cuantiosos daños y un debilitamiento de los siete anillos de mampostería que forman las bóvedas de los arcos. El anillo externo de ladrillo quedo completamente delaminado y se desplomó al suelo abajo.

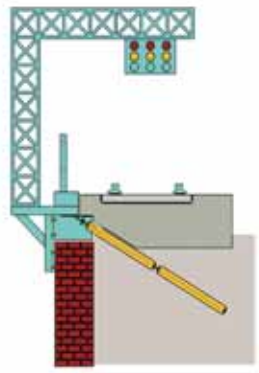
La solución

Un equipo de ingenieros consultores evaluó los daños, y recomendó una solución de Refuerzo Cintec. Todos los restos del anillo externo fueron totalmente desmontados y los seis anillos restantes fueron sometidos a prueba de martillo para localizar el alcance y área de la delaminación interna. Se observó que dos arcos necesitaban ser reparados. En total, fueron instalados alrededor de 500 anclajes Cintec de 24 pulgadas (609mm) de longitud tipo RAC de acero inoxidable, perpendiculares al arco y en espacios de 20 pulgadas (508mm). Los anclajes fueron colocados de manera escalonada para evitar la formación de líneas de esfuerzo cortante. Debido a la configuración de la instalación aérea, cada anclaje fue colocado con un tubo de ventilación para garantizar el inflado total de mortero de inyección sin riesgo de formación de burbujas de aire en su extremo remoto. Todos los anclajes no pasaron más allá de la mitad del espesor del anillo sexto para no perforar la membrana impermeabilizante original que protege la bóveda del arco contra las humedades del terraplenado del arco. Finalmente, se restauraron los aspectos originales de los arcos colocando mortero en una pieza original de los testigos de perforación en la boca del orificio de cada anclaje.

La obra completa quedó invisible a la vista normal y el viaducto quedó una vez más en funcionamiento, prestando el servicio en la estación de Deansgate y en el Centro de Conferencias G-Mex.

APLICACIONES:

Los métodos tradicionales de reparación de estructuras y cimientos llevan mucho tiempo, son muy caros, y a menudo no son posibles. Comparativamente, el sistema extraordinariamente versátil de anclajes Cintec puede abordar los problemas fundamentales de las estructuras con relativa facilidad.



SISTEMAS DE SEÑALES EN VOLADIZO:

El sistema Cintec fue requerido para sujetar el sistema de señales en voladizo al arco del puente. El sistema Cintec usado fue instalado rápidamente y causó sólo un trastorno mínimo en lugar de las seis semanas previstas en una propuesta alterna.

Una solución simple y elegante ofrece un refuerzo relativamente rápido y económico - Estación de Fenchurch Street, Londres, Reino Unido.

ANCLAJES DE TIERRA:

Este sistema es usado para sujetar los estribos de puentes a diques y terraplenes que presentan condiciones defectuosas en su suelo. Los ensayos de los anclajes de tierra revelan que pueden ser usados en las condiciones de suelo más difíciles y conseguir resultados que superan las expectativas.

los anclajes de tierra reparan eficazmente la interacción entre el suelo y la estructura.

MUROS DE PRETIL:

Los requisitos especificados para muros individuales pueden tener diferencias considerables y en ellos tienen que coincidir una variedad de necesidades. Estas pueden incluir la reducción del impacto, la desviación de vehículos, la protección de terceros en las cercanías, la compatibilidad con la estructura de mampostería en su totalidad, además del aspecto visual de la solución de refuerzo implementada.

Los muros de pretil pueden ser reforzados a una fracción del coste de los métodos tradicionales

El sistema Archtec puede abordar una variedad de problemas presentados por el refuerzo de un túnel

TÚNELES:

El sistema Archtec ofrece ventajas considerables en el refuerzo de arcos de mampostería en túneles. Cuando los métodos convencionales requieren una rehabilitación y modificación de la estructura original en gran escala, Archtec refuerza los elementos estructurales originales del túnel.
El método usado está basado en el acceso y factores de coste específicos en cada proyecto, y puede ser variado a lo largo de la longitud del túnel, dependiendo de las consideraciones de acceso. El refuerzo puede ser instalado bien desde el interior del túnel o desde la cubierta superior del mismo.
Archtec permite un uso limitado del túnel durante el proceso de instalación, evitando el coste de las desviaciones o de los medios alternos de transporte.

Reino Unido
Domicilio Social: Cintec International Ltd
Cintec House, 11 Gold Tops, Newport,
South Wales, NP20 4PH. UK.
Tél: +44 (0) 1633 246614
Fax: +44 (0) 1633 246110
Email: hqcintec@cintec.com

Localidad Web:

www.cintec.com

Bélgica
Grote Kapellaan, 23 - 1652
Alsemberg, Belgique.
Tél: +32 (0) 2 356 9741
Fax: +32 (0) 2 372 0116
Email: cintecbe@skynet.be

Canada
Cintec Canada Ltd
38 Auriga Drive, Suite 200,
Nepean, Ontario, K2E 8A5,
Canada.
Tél: (613) 2253381
Fax: (613) 2249042
Email: bridges@cintec.com

Estados Unidos
Cintec America Inc.
5506 Connecticut Avenue NW,
Suite 28, Washington DC, 20015
EE.VV.
Tél: (1) 202 5371466
Fax: (1) 613 2249042
Email: bridges@cintec.com

Australia
Cintec Australasia Pty Ltd.
40 Tyrrell Street (PO Box 141)
Newcastle, NSW, 2300.
Australia.
Tél: (+61) 2 49294841
Fax: (+61) 2 49297933
Email: cintec@cintec.com.au