



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

1635

Distr. RESERVADA

UNIDO/IO/R.249
20 julio 1987

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Original: ESPAÑOL/INGLES

APOYO A REHABILITACION DE PUENTES EN AREAS DECLARADAS EN EMERGENCIA

US/BOL/84/206/11-01

B O L I V I A

Informe Final*

Preparado para el Gobierno de la República de Bolivia por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, organismo de ejecución del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**Basado en el trabajo del Sr. Harald Erichsen,
Consejero de Industrias Forestales**

Oficial de apoyo directo: Robert M. Hallett, Sección de Agro-industrias

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

V i e n a

221

* El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

Resumen

El proyecto, financiado por Austria, puede ser considerado un pleno éxito, aún cuando no se lograron todos los resultados deseados durante la última misión del ATP, debido a la planificación temporal.

El éxito del proyecto se manifiesta no solamente en los dos 'Puentes ONUDI' existentes, pero sobre todo en vista del compromiso por parte de CORDECRUZ de seguir con las actividades y de ampliar la escala de producción.

Un nuevo convenio fue celebrado con el CDF para la continua producción de los módulos, y CORDECRUZ asignó más que USD 500,000 para la construcción de estribos, la compra de materiales, y el funcionamiento del proyecto durante el año 1987.

Además, CORDECRUZ está prestando Asistencia Técnica a otras Corporaciones de Desarrollo en Bolivia, y está haciendo contratos de venta (a costo) para Puentes ONUDI con otras instituciones interesadas (p.e. ADRA - Asociación de Desarrollo Rural Adventista).

Agradecemos a la República de Austria por el generoso financiamiento del presente proyecto.

Mis agradecimientos especiales van al Ing. Carlos Franco, CORDECRUZ por su dedicado trabajo de coordinación y al Ing. Gonzalo Figueroa, CDF por su sobresaliente participación activa.

1. La Misión

Durante la tercera misión (17.03.86 - 15.04.86) el primer 'Puente ONUDI' en Bolivia fue lanzado sobre el Rio Piquiri con una luz libre de 18 m.

La cuarta misión del experto bajo del proyecto US/BOL/84/206 tenía como objetivo:

- la instalación del equipo, entregado por la ONUDI, en el nuevo taller en el Parque Industrial de Sta. Cruz
- el lanzamiento de un puente de 15 m en el sitio 'Chuchio'
- el lanzamiento de un puente de 21 m en el sitio 'Caimanes'

La misión, postergada varias veces y originalmente prevista para un mes, empezó el día 4 de mayo y fue terminada por el ATP el 24 de mayo después del exitoso lanzamiento y terminación de un 'Puente ONUDI' de 15 m en el sitio Chuchio, cerca de Sta. Cruz.

El otro sitio - Caimanes - se encuentra todavía en la fase de construcción de los estribos, y el lanzamiento de un Puente ONUDI con una luz libre de 21 m (construcción de 6 cerchas) en este sitio solo se podría preveer, según estimación del ATP, para Julio 1987, después de la terminación de los accesos.

El amplio galpón en el Parque Industrial, previsto para la instalación del taller del proyecto, todavía está en construcción y carece del piso y las paredes. Así no fue posible la instalación de la maquinaria entregada por la ONUDI.

Sin embargo, CORDECRUZ adaptó los planos del ATP respecto a la ubicación de la maquinaria para asegurar un buen flujo de la producción de los módulos, y normalmente no se precisa más asistencia técnica en este campo.

2. Observaciones y Proposiciones

Para la parte técnica se ruega referirse al 'Manual' de la ONUDI y a los informes intermedios del ATP después de cada misión.

Para la importante selección del diseño de cargas (número de cerchas) podrían aplicarse unas reglas generales y muy simples:

1. Solo se usan las especificaciones 'tipo pesado - Heavy Duty (H)' del Manual - según los planos entregados.

Las especificaciones para 'tipo liviano (L)' se dejan sin consideración por ofrecer menos seguridad en cambio de solo un insignificativo ahorro, y por precisar un doble y más complicado almacenamiento de los diferentes elementos y placas metálicas.

2. Respecto a las cargas conviene de solo considerar cargas del tipo HS 20 para Puentes ONUDI.

Esto también por razones de seguridad, tomando en cuenta que en la práctica el camión más pesado de la zona pasará el puente, también si este fue calificado solo para cargas menores y cuenta con la respectiva señalización.

3. Esto, en conjunto con las especies pesadas de madera (Tajábo) usadas para la construcción de Puentes ONUDI en la zona de Sta. Cruz, determina - en forma muy fácil - el número de las cerchas necesarias para las diferentes luces prácticas de Puentes ONUDI:

6 y 9 m	2 cerchas
12, 15 y 18 m	4 cerchas (2 parejas de cerchas)
21 y 24 m	6 cerchas (3 parejas de cerchas)

Luces libres de mas de 24 m requieren 8 o 10 cerchas. Con esto el sistema de lanzamiento se complica, el puente puede resultar antieconómico, y en general tales luces no son recomendables para Puentes ONUDI, cuya aplicación principal son claramenté luces de 12 - 21 m (pequeños puentes) en los caminos vecinales y rurales.

2.1. Materiales

Los costos por metro lineal (ml) de Puente ONUDI, calculados por CORDECRUZ, están en USD 900 / ml (para la construcción estándar de 4 cerchas) más elevados que en otros países, donde oscilan entre USD 400 y USD 700 por ml.

Los costos dependen del costo de la mano de obra y de los materiales. Debería ser posible de bajarlos mediante una cuidadosa selección de los materiales y sus proveedores.

2.1.1. Madera (ver también informe del ATP después de la tercera misión - Abril 1986)

Como anteriormente se usó la madera TAJIBO (Tabebuia serratifolia) para la confección de los módulos.

Para el tablero y la veranda la madera LURURE (Clarisia racemosa) fue seleccionada.

La madera fue calificada en el CDF en forma satisfactoria.

Se ruega, especialmente en el caso de Lurure, de rechazar piezas con albura, las cuales tienen una durabilidad natural bastante reducida.

El Lurure, por su contenido de sílice, gasta el filo de las herramientas y requiere el uso de sierras estelites y cuchillos de acero rápido. Aparte de esto es una muy buena madera durable para construcciones semi-pesadas (Puentes ONUDI), y se presta también para la confección de los módulos.

En la continuación del proyecto se ruega de utilizar otras maderas también - según su disponibilidad y su costo, y de hacer también ensayos con maderas duras 'menos conocidas' al menos en el tablero y la veranda de los Puentes ONUDI. Esto podría resultar en costos reducidos para el material principal, y el CDF está calificado para efectuar la investigación científica al respecto.

Como sugerido en el último informe del ATP (Abril 86) fue posible conseguir la madera a un precio favorable de USD 0.50 por p.t. (USD 212 / m³). Debería ser posible mantener este precio

mediante contratos continuos a largo plazo (anuales), y de bajarlo todavia por no especificar solamente una o dos especies de madera, pero una gama más amplia, lo que permite al productor operar en forma más eficiente en el bosque.

La precisión de todos los elementos de madera para el puente 'Chuchio' fue muy buena, con excepción del tablero.

Se ruega mejorar el dimensionamiento de estas piezas, para que sean más uniformes, sin que sea necesario cepillarlas.

2.1.2. Acero

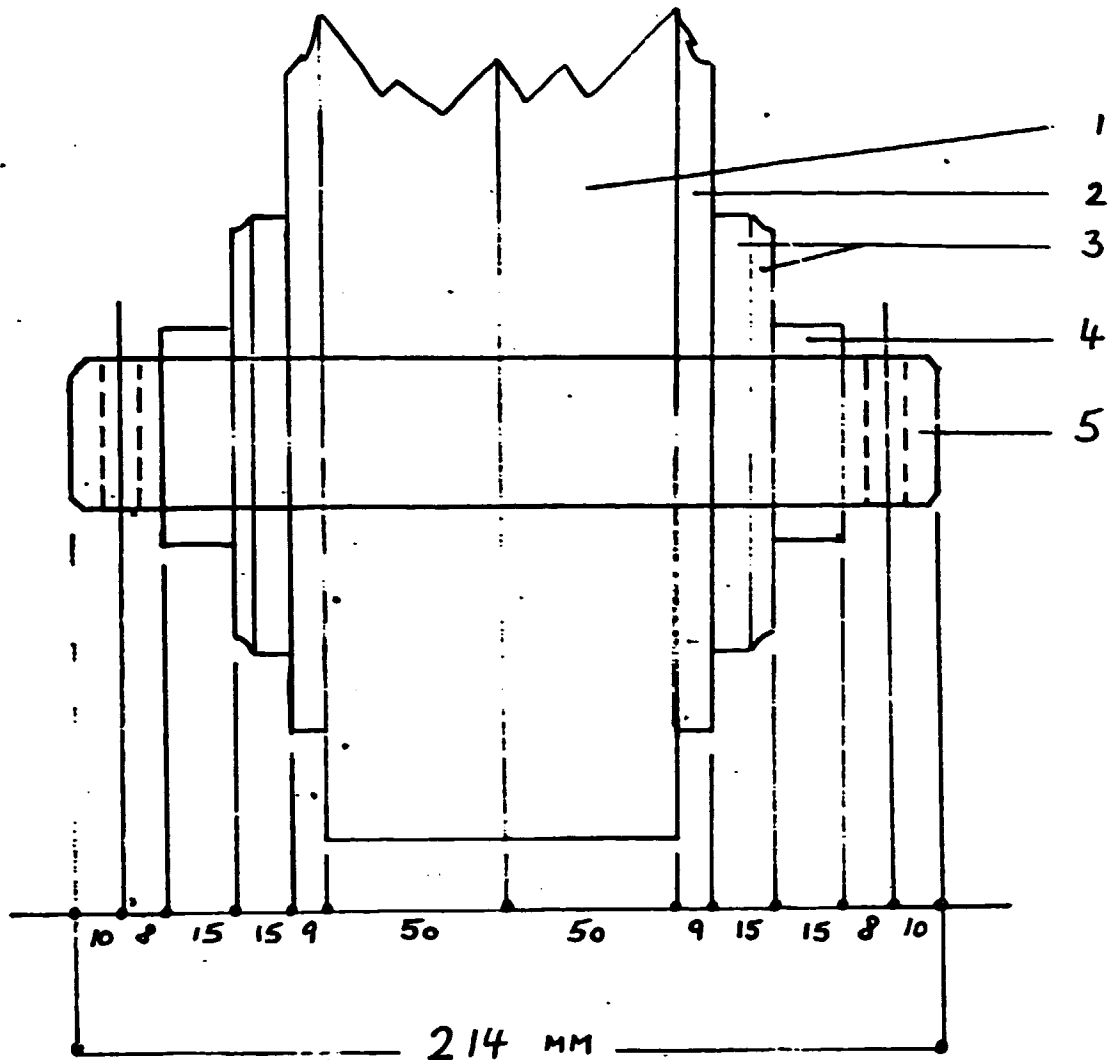
La confección de las placas metálicas fue transferida a un nuevo taller (METALTEC), y el trabajo realizado resultó mucho más satisfactorio que anteriormente.

Sería preciso de verificar la existencia de buenos moldes para la confección en series de las placas metálicas en el taller de METALTEC.

La adquisición de las planchas de acero tambien se incluyó en el contrato con METALTEC y resultó en tensores soldados para obtener el largo de 3150 mm (según los planos).

Un ensayo, efectuado por CORDECRUZ confirmó el buen comportamiento de la soldadura. Sin embargo, el ATP sugiere obligar METALTEC a utilizar material entero (no cada soldadura será verificada, y una posible falla puede resultar en el colapso del puente). Esto sobre todo, porque el material entero - contrario a muchos otros países - es fácilmente disponible en Sta. Cruz. La empresa H.Paus en Cochabamba (telex 6278 epaco bv) ofreció tal material, ya cortado a medidas, de proveniencia brasilera (Dufer S.A., Sao Paulo) a USD 320 / t cif en el año pasado.

Un interesante y valable cambio en el diseño original de la placa metálica no. 9 podría ser una espiga entera, pasando el modulo y las dos placas 9. Este cambio evitará los riesgos de rotura de la espiga cuando existen fallas en la soldadura y en condiciones de sobrecargas.



Espiga entera de 214 mm

- 1 madera del modulo (elemento 2 T)
- 2 placa metálica no. 9 / 9A
- 3 tensor metálico con su refuerzo
- 4 anillo metálico (como spaceador solamente en los modulos de los extremos - en los otros modulos sera reemplazado por el -segundo tensor)
- 5 espiga entera, pasando el conjunto completo

Si el trabajo del ensamblaje de los modulos se hace con buena precisión, no sería necesario de soldar la espiga contra la placa no. 9/9A. De este modo la espiga se podría cambiar cuando sea necesario (p.e. reparaciones en el puente terminado).

Se ruega a CORDECRUZ/CDF dar esta idea alguna consideracion, y de comunicar los resultados a la ONUDI, sobre todo en caso de una aplicación práctica.

2.1.3. Pernos

Los pernos requeridos para Puentes ONUDI (1" y 1/2") no se producen en Bolivia y tienen que importarse.

Hay grandes diferencias en los precios según la procedencia y la calidad de los pernos. Debido al hecho que una baja calidad (fierro negro común) es suficiente (y preferible) en el caso de los Puentes ONUDI, donde los pernos tienen que juntar madera, y se aprietan solo hasta que las fibras de madera empiezan a romperse, conviene tratar de conseguir un mejor precio.

En Ecuador (Pacto Andino) la única empresa, produciendo tales pernos, es la TOPESA (Casilla 571, Quito/Ecuador Tel. 313-159 y 313-003). Esta empresa ofreció precios muy favorables de USD 35/ml de Puente ONUDI (promedio para todos los pernos, tuercas y arandelas necesarios) y está dispuesto a exportar a Sta. Cruz. Además, el gerente, Sr. Hugo Moreira, tiene interés de posiblemente empezar una fabricación de pernos en el Parque Industrial de Sta. Cruz/Bolivia.

El ATP sugiere a CORDECRUZ iniciar un primer contacto con esta empresa.

2.2.

Estribos

La construcción de los estribos y de los accesos para Puentes ONUDI representa un factor dominante en el costo total de la obra. Esto es especialmente el caso en zonas planas y frecuentemente arenosas (como en los alrededores de Sta. Cruz).

Los estribos de 'Piquiri' (hormigon ciclopeo) representaron 60 % del valor total de la obra, y los de 'Chuchio' (hormigon armado) aun 80 %.

Mientras que estribos para Puentes ONUDI, construidos en excelente calidad - como los construidos por CORDECRUZ - cuestan lo mismo que estribos para otros sistemas (p.e. puentes de hormigon o acero), la supuesta discrepancia entre sus costos y los de la superestructura modular ONUDI esta basada mas bien en ^{los} bajos costos de la ultima.

Los costos de la superestructura modular son relativamente fijos, y pueden fácilmente calcularse por metro lineal. Los costos de los estribos dependen de la zona, y pueden tener una gran variación.

CORDECRUZ está tratando de bajar estos costos diseñando estribos, donde los cabezales son colocados sobre pilotes de hormigón.

Se ruega comunicar los resultados a la ONUDI para el beneficio de otros proyectos en otros países.

También se ruega avisar a la ONUDI con suficiente tiempo en adelante, en el caso que el plan para un Puente ONUDI de 72 metros de luz total (4 tramos de 18 m con 3 pilas intermedias - sistema estándar de 4 cerchas) se está realizando, para que el ATP, el Sr. Harald Erichsen y/o uno de los expertos de la ONUDI puedan estar presentes durante el lanzamiento.

En el anexo se adjunta una proposición para el lanzamiento de Puentes ONUDI con múltiples luces.

Respecto a los accesos, se ruega incorporar una señalización adecuada, en conjunto con 'rompa muelles' para evitar daños al puente por exceso de velocidad.

2.3. Lanzamiento

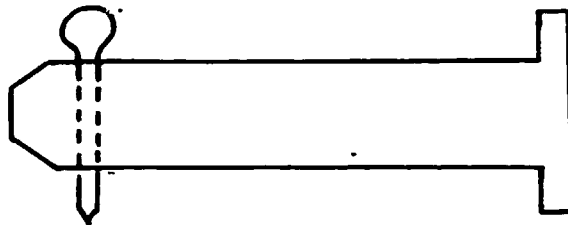
Anticipando la continuación del proyecto y el consecuente lanzamiento de un número importante de Puentes ONUDI, CORDECRUZ contrató la fabricación de dos torres de lanzamiento en acero. Las torres consisten de tubos de acero de un tamaño transportable por camioneta, los cuales se unen mediante enchufado y pernos con tuercas. La base mide 4 x 4 m y la altura es de 7 m.

El comportamiento de las torres durante el lanzamiento del puente 'Chuchio' (15 m) fue buena a pesar de algunas reservas por parte del ATP respecto al diámetro de los tubos.

Para el próximo lanzamiento ('Caimanes', 21 m), el ATP sugiere sin embargo, fortalecer las torres, poniendo una cruz de acero plano a cada una de ellas, como figura en el Manual (vol. 3, pag. 8).

Como ya en 'Chuchio', un buen anclaje de las torres (oblicuo/atras) en los dos orillas, mediante cables de acero será necesario, en conjunto con el anclaje del cable principal en línea recta.

Además, para facilitar el ensamblaje de las torres, conviene abrir las perforaciones para los pernos un poco, y de reemplazar los pernos y tuercas por pasadores, los cuales pueden estar colocados con la ayuda de un combo (sin dañarse la rosca). Así tampoco será necesario marcar los diferentes elementos de las torres, porque serían intercambiables sin problemas.



El equipo de lanzamiento, entregado por la ONUDI, incluye 3 guinches TIRFOR TU 40, pero solamente 2 cables principales de acero especial (\varnothing 16 mm) para ellos.

Para facilitar el lanzamiento - especialmente, si se trata de cerchas pesadas de 21 metros - es preciso la adquisición de un cable adicional (\varnothing 16 mm, largo 40 metros, fabricación TIRFOR - si esto es posible). Este cable, pasado por el guinche no. 3, ayuda al lanzamiento de la pesada pareja de cerchas y la deja bajar a su posición en el estribo al final del lanzamiento (ver también el Manual, vol. 3).

El pequeño resalto en los estribos, propuesto por el ATP en su último informe, y realizado por CORDECRUZ en la construcción de los estribos de 'Chuchio' (y también en 'Caimanes') cumplió perfectamente con ^{su} función, y el posicionamiento final de las cerchas resultó muy fácil, permitiendo el uso de un gato hidráulico.

El cuidado en el ensamblaje de las cerchas sobre la plataforma de lanzamiento determina la rectitud (y el buen aspecto) de la pareja de cerchas antes del lanzamiento mismo. Conviene seguir la orden de los siguientes pasos siempre:

1. Buen alineamiento de los primeros dos módulos, respecto al cabezal del estribo. Para evitar la caída de los módulos, se fijan los aríostres verticales (cruces) sin apretarlos.

2. Fijar los tensores metálicos en la pareja delantera de módulos.
3. Colocar los espaciadores de madera entre los tensores, alternando su sección (14 o 15 cm).
4. Colocar espaciadores temporales entre los módulos (2 arriba - a cada extremo - de 70 cm, y 1 en la punta abajo - de 80 cm).
5. Clavar espaciadores entre los tensores, utilizando prensas y trabajando hacia atrás, así permitiendo una rectificación automática del conjunto de cerchas.
6. Alineamiento visual, mirando atrás desde arriba de la primera pareja de módulos.
7. Apretar los 4 pernos de los ariostres verticales (cruces).
8. Colocar y fijar con clavos (min. 6) los ariostres diagonales.
9. Colocar el perno central en los ariostres verticales, y apretarlo, utilizando un espaciador de 21 mm entre los ariostres.
10. Fijar los refuerzos de madera, conectando los módulos (exterior e interior - 4 por bahía), con un min. de 6 clavos c/u.

2.4. Equipo

Se ruega a CORDECRUZ proceder a la brevedad posible con la terminación del taller en el Parque Industrial, y de asegurar la instalación y el funcionamiento de la maquinaria, entregada por la ONUDI. Una cepilladora ROCKWELL Invicta RC 63 todavía está por llegar desde Brazil.

Al mismo tiempo hay que asegurar (y ayudar, si esto es necesario) la instalación del transformador para que el otro equipo - propiedad del CDF - puede funcionar. En particular el ATP se refiere a la secadora HILDEBRAND cuyas repuestas especificadas fueron enviados por la ONUDI por flete aéreo, y debían haber llegado ya en marzo 1987 (hay que verificar su paradero).

Los fondos sobrantes para equipo en el proyecto (aprox. USD 6,000) se aplicaran a la compra de un camión para uso exclusivo en el proyecto. El tipo de camión será seleccionado por CORDECRUZ, y los fondos faltantes (incl. los gastos administrativos del PNUD) hay que entregarlos al PNUD/ONUDI bajo el sistema de costos compartidos (dólares) o GCCC (Bolivianos), para que el organismo puede proceder a la adquisición de dicho camión.

3. Daños al puente 'Piquiri'

El Puente ONUDI de 18 metros sobre el Rio Piquiri (el primer Puente ONUDI en Bolivia) fue lanzado y terminado exitosamente en Abril 1986, y prestó buenos servicios desde entonces.

En Febrero o Marzo 1987 se produjo un daño. Una de las espigas exteriores de la placa no. 9 de uno de los módulos de la primera fila al lado de la colonia 'Antofagasta' se quebró, y resultó en un movimiento de la cercha afectada de aprox. 1.5 cm. Lamentablemente, nadie prestó la atención necesaria a este pequeño, pero peligroso daño, y cuando el ATP, junto con los ingenieros contrapartes y el Sr. Th. Beers, becario de la ONUDI visitaron el sitio con equipo de soldadura y herramientas básicas, esto fue el primer intento de reparar el daño.

Por falta de tiempo y de equipo adecuado la reparación fue sólo improvisada, y consistió en soldar el tensor suelto contra la placa no. 9 del módulo afectado. Fue imposible de levantar la cercha (con el peso del puente sobre ella) ^{lo}suficiente para pasar una nueva espiga. Sin embargo, esto sería necesario para reconstituir la plena fuerza de la cercha afectada.

El problema se produjo por dos razones:

1. La soldadura y la precisión en la confección de las placas metálicas (todavía en el primer taller metalmecánico, seleccionado por el bajo precio) no fue adecuado (ver también los anteriores informes del ATP).
2. Nunca se instalaron señalización, o mejor, unas 'rompas muelles' en los accesos al puente 'Piquiri', como sugerido por el ATP en Abril 1986. Esto resultó en una velocidad excesiva de los vehículos pasando el puente, y últimamente había un tráfico temporalmente elevado de volquetas pesadas (con 3 ejes).

Para la reparación conviene obtener una prensa hidráulica, con la cual los tensores metálicos afectados pueden reponerse en su posición original. Al mismo tiempo, desde abajo, hay que aplicar presión al módulo afectado, para que una nueva espiga puede ser colocada. La misma será soldada desde afuera contra la placa no. 9/9A del módulo.

Otra posibilidad de reparación se podría ver en la aplicación de una espiga entera, pasando por todo el módulo (como anteriormente explicado). Para esto sería necesario suspender el módulo desde abajo con un gato hidráulico, sacar también la espiga no o menos afectada del otro lado del módulo, y de perforar el módulo con una broca de 50 mm de diámetro, para después colocar la espiga entera y pasar los tensores sobre ella.

Hay algunas otras espigas igualmente afectadas, pero sin romperse todavía. Conviene aplicar la prensa hidráulica aquí también, para cerrar los tensores metálicos contra las placas 9/9A, y de soldar una punta a la espiga (o un anillo de acero), para que los tensores quedan en esta posición.

PUENTES MODULARES PREFABRICADOS DE MADERA

**METODO PROPUESTO DE LANZAMIENTO PARA
PUENTES DE MULTIPLES TRAMOS**

Contrato entre

ODA - Overseas Development Administration

y

TRADA - Timber Research and Development Association

**TRADA,
Stocking Lane,
Hughenden Valley,
High Wycombe,
Bucks. HP14 4ND. R.U.**

PUENTES MODULARES PREFABRICADOS DE MADERA

**METODO PROPUESTO DE LANZAMIENTO PARA
PUENTES DE MULTIPLES TRAMOS**

CONTENIDO	Número de la página
INTRODUCCION	1
METODO DE LANZAMIENTO	1
ESTRUCTURAS DE APOYO	2
PUNTOS DE ANCLAJES	2
COLOCACION DEL TABLERO SOBRE CEPAS	2
MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDO	3
Materiales y equipo para el lanzamiento:	3
Items permanentes por cada cepa intermedia:	3
Items permanentes por cada estribo:	4
<u>Figuras</u>	
1. Etapas del lanzamiento	5
2. Disposición general para el lanzamiento	6
3. Método de tensionar tirantes	6
4. Detalle de las estructuras de apoyo	7
5. Abrazadera del tirante	8
6. Abrazadera del cable de lanzamiento	8
7. Detalles de los puntos de anclaje	9
8. Apoyos de continuidad del tablero sobre cepas	10
9. Abrazadera para la pieza de continuidad	11

INTRODUCCION

Los métodos de lanzamineto de puentes de un tramo se describen en la Parte 3 del manual, siendo el mas recomendado el "cruce aereo", utilizando grúas en ambos accesos y un cable suspendido. La esencia del sistema de lanzamineto propuesto para puentes de tramos multiples es idéntica a la del sistema anteriormente indicado y consiste en construir estructuras de apoyo y anclajes tales, que permitan que el procedimiento de lanzamiento para los tramos individuales sea idéntico al de tramos simplemente apoyados. Este método propuesto requiere obviamente nuevo equipo para las estructuras de apoyo, pero aparte de ello, es posible utilizar el existente con un mínimo de alteraciones y agregados. De esta forma, los equipos de lanzamiento podrían efectuar lanzamientos multiples con confianza y después de algunas puentes sin supervisión extra.

No se indicará en esta proposición detalles para el diseño de las cepas, por cuanto ellos deben establecerse localmente de acuerdo a las condiciones de terreno y material disponible.

METODO DE LANZAMIENTO

En la Figura 1 se indica el método de lanzamiento en tres etapas para un puente de tres tramos. En el acceso más cercano se usa una grúa con el método normal. En la primera cepa (No. 1), se construye una estructura de apoyo y se fija a los puntos de anclaje en la base del estribo más cercano y cepa 2.

En el acceso cercano el cable de lanzamiento ancla como antes y el otro extremo a la base del pilote 2. El cable que se usará para tirar el puente sobre el cauce se ancla también allí. El winche de arrastre se opera más convenientemente desde una plataforma construida sobre la estructura de apoyo. Como el punto de anclaje está a un nivel más inferior que la parte superior de la cepa, deberá protegerse ésta, con madera engrasada para facilitar el movimiento del cable de arrastre. El lanzamiento se efectúa entonces del modo normal. (Figura 1, Etapa 1 y Figura 2).

Una vez completado el lanzamiento del primer tramo se pueden arriostar las vigas y colocar el tablero parcialmente. El tablero debe colocarse partiendo de la cepa 1 y trabajando hacia el estribo cercano. No es posible hacerlo en su totalidad, por que en la etapa II el cable de lanzamiento debe pasar a través del tablero al punto de anclaje del estribo cercano.

Se construirá una segunda estructura en la cepa 2 y se anclará a la cepa 1 y al estribo alejado. Se desarmará la plataforma del winche y se reconstruirá solo la segunda estructura y el cable de lanzamiento se lanzará entre las estructuras de apoyo y anclado de ambos estribos. Como el cable pasa a través de vigas ya lanzadas, puede ser necesario algún arriostamiento vertical y deberá colocarse arriostamientos temporales adecuados en su lugar. El lanzamiento ha quedado terminado como antes (Figura 1, Etapa II). El tablero construido parcialmente en el primer tramo sirve de plataforma útil para la construcción de las vigas del segundo tramo, debiendo colocarse el tablero en el resto, temporalmente, para permitir el acceso de los módulos.

Se lanza el tercer tramo, seguido del arriostramiento y colocación parcial del tablero del segundo tramo. Como antes, se lanzan desde el tablero parcialmente colocado en el tramo anterior. El método se ilustra en la Figura 1, Etapa III.

El método de lanzamiento descrito anteriormente para un puente de tres tramos puede claramente usarse para un número cualquiera de tramos. El procedimiento para un tramo doble es más simple y se puede deducir de la Figura 1, Etapas I y III, y se requiere sólo una estructura de apoyo.

ESTRUCTURAS DE APOYO

La Figura 4 muestra las estructuras de apoyo. Las estructuras permanecen en su lugar durante la construcción de las vigas adyacentes, siendo por consiguiente la distancia entre las verticales, mayor que el ancho de la infraestructura del puente. Cuando se dispone de postes seguros del tamaño adecuado como en Honduras, los verticales pueden ser de madera. De otra forma deberá utilizarse postes huecos de acero. La abrazadera del cable de lanzamiento sobre la barra en cruz es desmontable y puede ser ubicada correctamente para ambas vigas y se puede ver los detalles de la abrazadera en la Figura 6.

Las bases de las estructuras están localizadas en un borde construido especialmente 2,5 metros bajo el extremo superior de las cepas y se aseguran en su lugar con cuerda atada a eslabones empotrados en la cepa. Los tirantes para asegurar la parte superior de las estructuras son de cuerda de "Manilla" de 18 mm y se atan a ellas en las "abrazaderas de los tirantes" según se detalla en la Figura 5. Las estructuras se rigidizan tensionando las abrazaderas como se indica en la Figura 3. Abrazaderas adicionales perpendiculares al tramo se pueden considerar para mayor seguridad como se indica en la Figura 2, y se puede asegurar a arboles or estacas. Durante el uso, por consiguiente, las estructuras están completamente sujetas por los tirantes, y las verticales cargadas únicamente a la compresión.

PUNTOS DE ANCLAJE

Seis puntos de anclaje deben considerarse en ambos estribos y sobre las dos caras de todas las cepas según se detalla en la Figura 7. Los puntos exteriores se usan para sujetar las estructuras y asegurar la base de las verticales y las dos interiores para anclar el cable de lanzamiento y el cable de arrastre.

Los puntos de anclaje deben construirse fuertemente y consisten en eslabones amarrados a las armaduras de estribos y cepas. En estribos no armados se debe colocar una barra vertical para unir los puntos de anclaje entre si.

COLOCACION DEL TABLERO SOBRE CEPAS

El tablero del puente deberá ser continuo sobre las cepas intermedias. Esto se logra mediante "apoyos de continuidad" de madera sobre las cepas, que se fijan a las cuerdas compresionadas de los paneles adyacentes y a los pernos de anclaje. En la Figura 8 se indican los detalles para estas piezas de continuidad y la abrazadera de sujeción se muestra en la Figura 9.

MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDO

El siguiente equipo se requiere para el lanzamiento de puentes de tramos múltiples además del equipo estándar detallado en la Parte 3 de los manuales. Para un puente de dos tramos se requiere menos equipo. La maquinaria y elementos requeridos para un puente de 4 vigas enrejadas con una longitud máxima individual por tramo de 21 metros son:

Materiales y equipos para el lanzamiento

- 4 postes largos de 8000 mm, diámetro mínimo superior 150 mm,
- 4 tablonces de 50 x 250 x 4600 mm para vigas cruzadas
- 8 tablonces de 50 x 150 x 1500 mm para tirantes
- 2 tablonces de 50 x 150 x 4600 mm como espaciadores
- 16 pernos M20 x 300 mm de largo
- 16 golillas para los pernos M20
- 8 abrazaderas del tirante (según se detalla en la Figura 5)
- 8 espaciadores de 75 mm de diámetro y 20 mm espesor para los pernos de 20 mm de diámetro
- 2 abrazaderas para los cables de lanzamiento (según se detalla en Figura 6)
- 4 pernos M20 x 320 mm de largo para las abrazaderas de los cables de lanzamiento
- 8 cuerdas "Manilla" de 18 mm de diámetro y 27 m de largo con un lazo extremo
- 8 trabes de 12 mm para los tirantes
- Madera para la plataforma del winche
- Items adicionales se requieren también para fijar los cables verticales y el cable de arrastre.

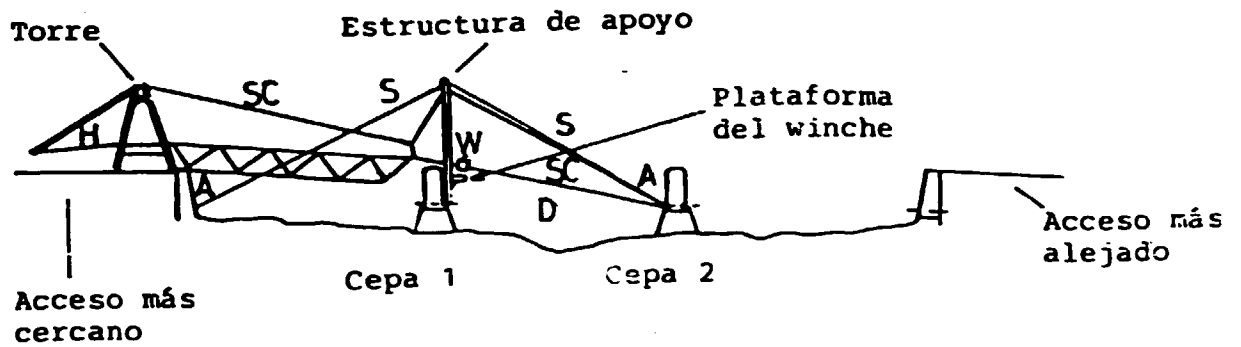
Items permanentes para cada cepa intermedia:

- 2 tablonces de 50 x 250 x 3000 mm
- 24 pernos M16 x 100 mm de largo y golillas
- 16 separadores de madera contrachapada de 280 x 250 mm de espesor
- 4 abrazaderas para las piezas de continuidad (según se detalla en la Figura 9)
- 32 golillas de 50 mm de diámetro y 2 mm de espesor para los pernos de 25 mm de diámetro (usar como separadores si es necesario)
- 6 eslabones de 1200 mm de largo formado por una barra de acero dulce de 12 mm de diámetro

Items permanentes por cada estribo

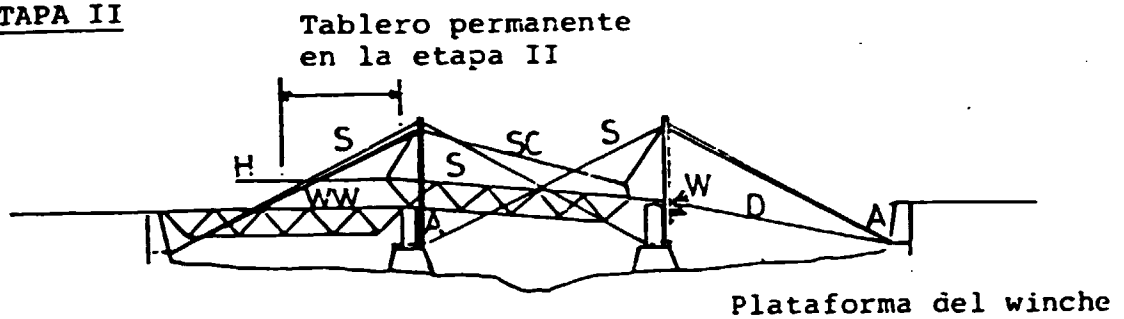
- 6 eslabones de 600 mm de largo formado por una barra de acero dulce de 12 mm de diámetro
- 1 barra de 12 mm de diámetro x 5000 mm de largo para armadura longitudinal, si se requiere.

ETAPA I



- W - winche
- SC - cable de lanzamiento
- S - tirantes

ETAPA II



- A - punto de anclaje
- H - cuerda de frenado
- D - cable de arrastre

ETAPA III.

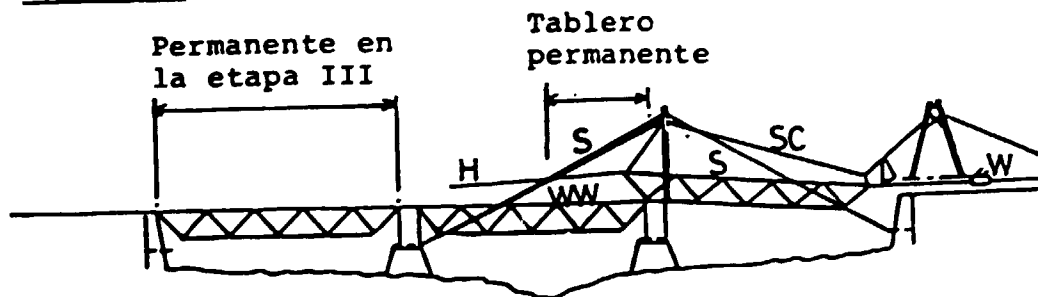


FIGURA 1: ETAPAS DEL LANZAMIENTO

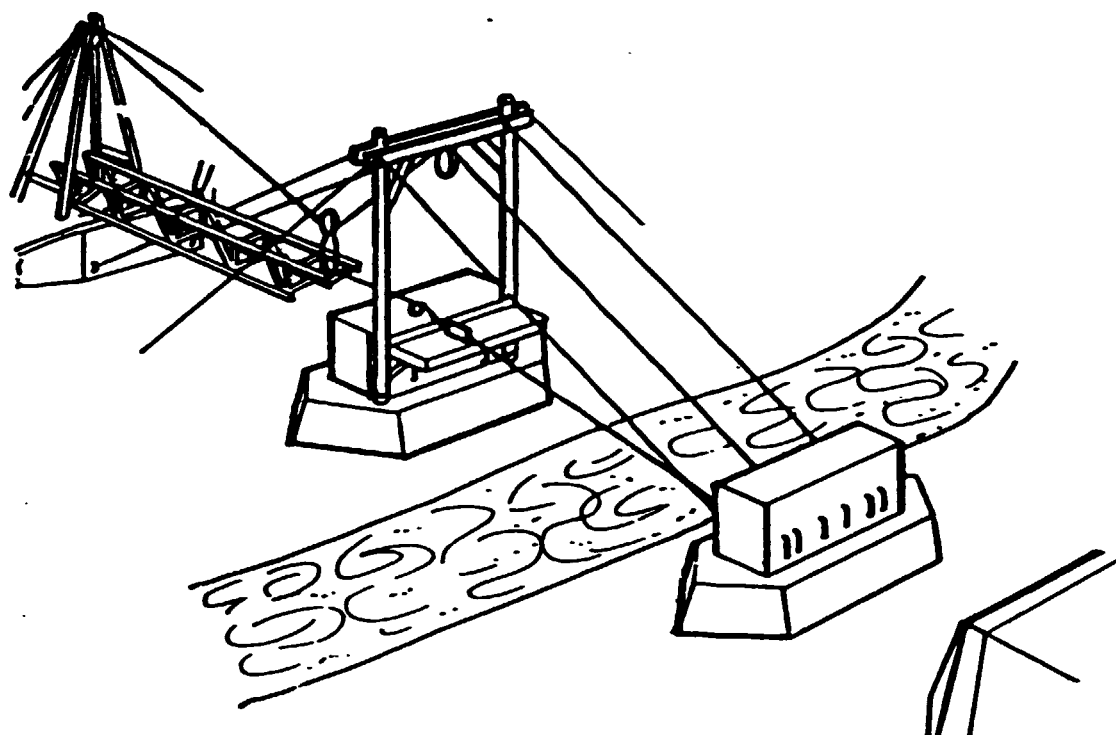
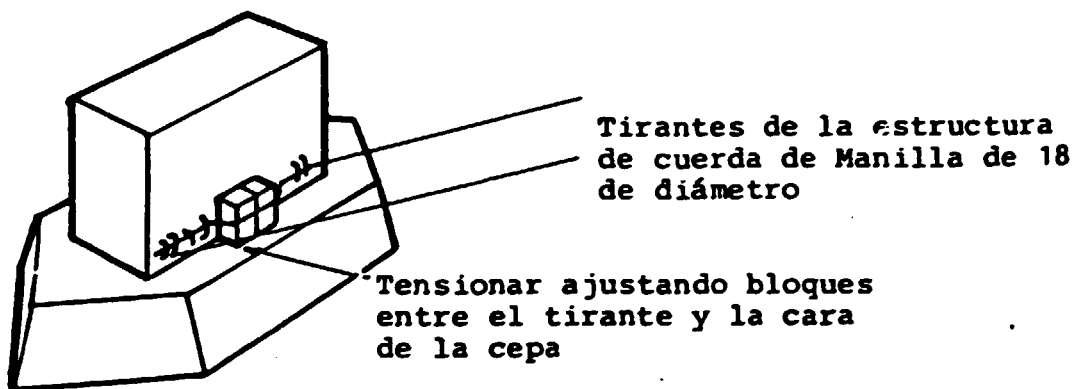


FIGURA 2: DISPOSICION GENERAL PARA EL PRIMER LANZAMIENTO



Tirantes de la estructura
de cuerda de Manilla de 18
de diámetro

Tensionar ajustando bloques
entre el tirante y la cara
de la cepa

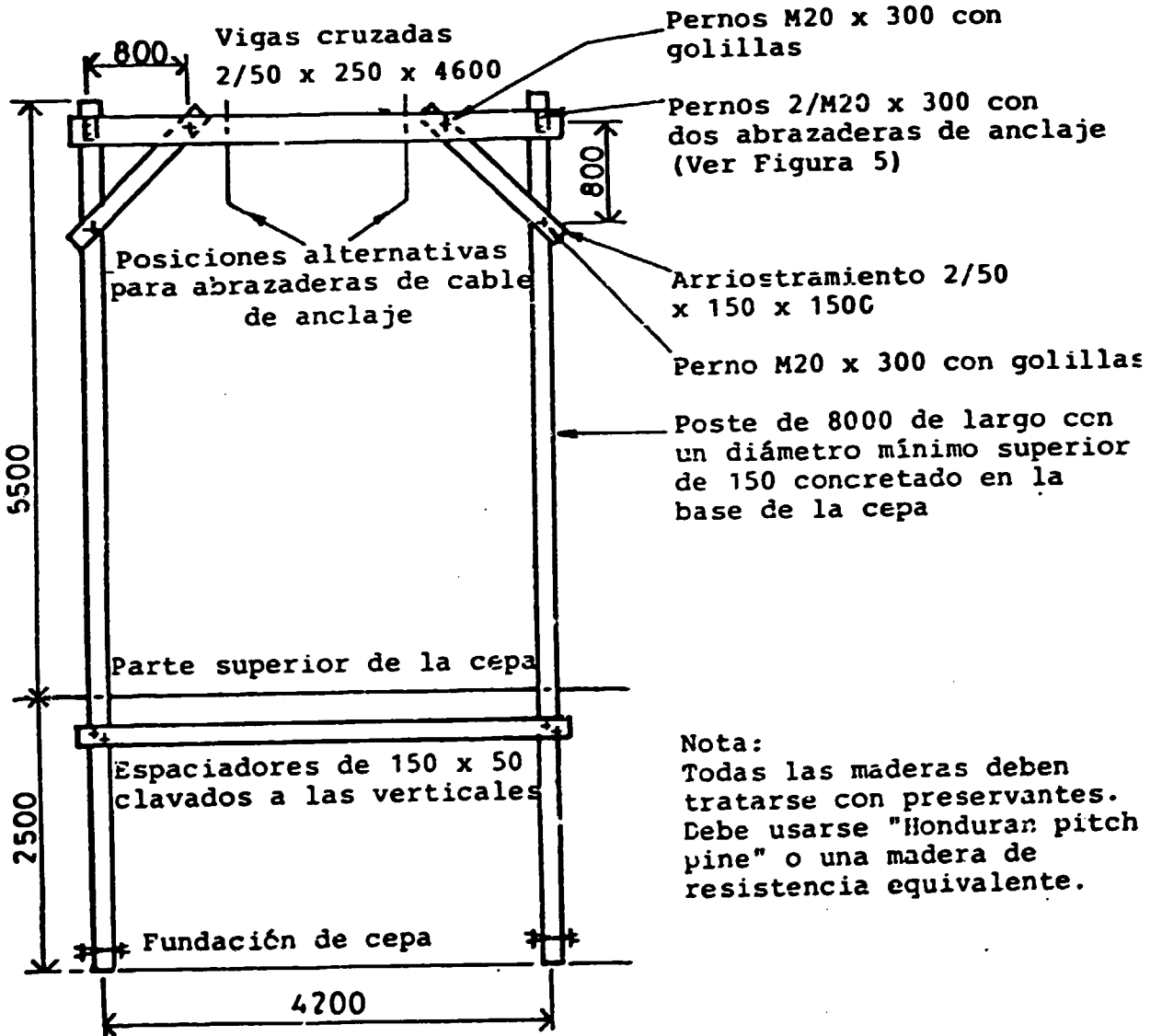
FIGURA 3: METODO DE TENSIONAR LOS TIRANTES

Separador de acero de 75 de diámetro
x 20

Extremo de arriostramientos
formado para ajustar



Abrazadera de cable de
anclaje (Ver Figura 6)



Nota:
Todas las maderas deben
tratarse con preservantes.
Debe usarse "Honduran pitch
pine" o una madera de
resistencia equivalente.

FIGURA 4: DETALLES DE ESTRUCTURAS DE APOYO

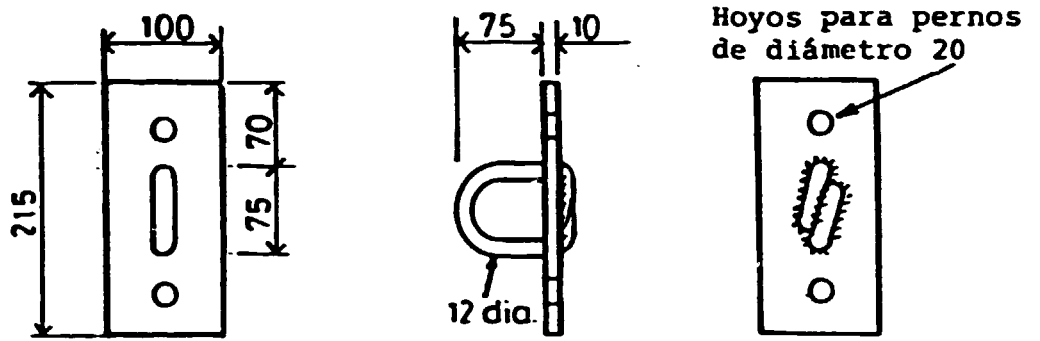


FIGURA 5: ABRAZADERA DEL TIRANTE

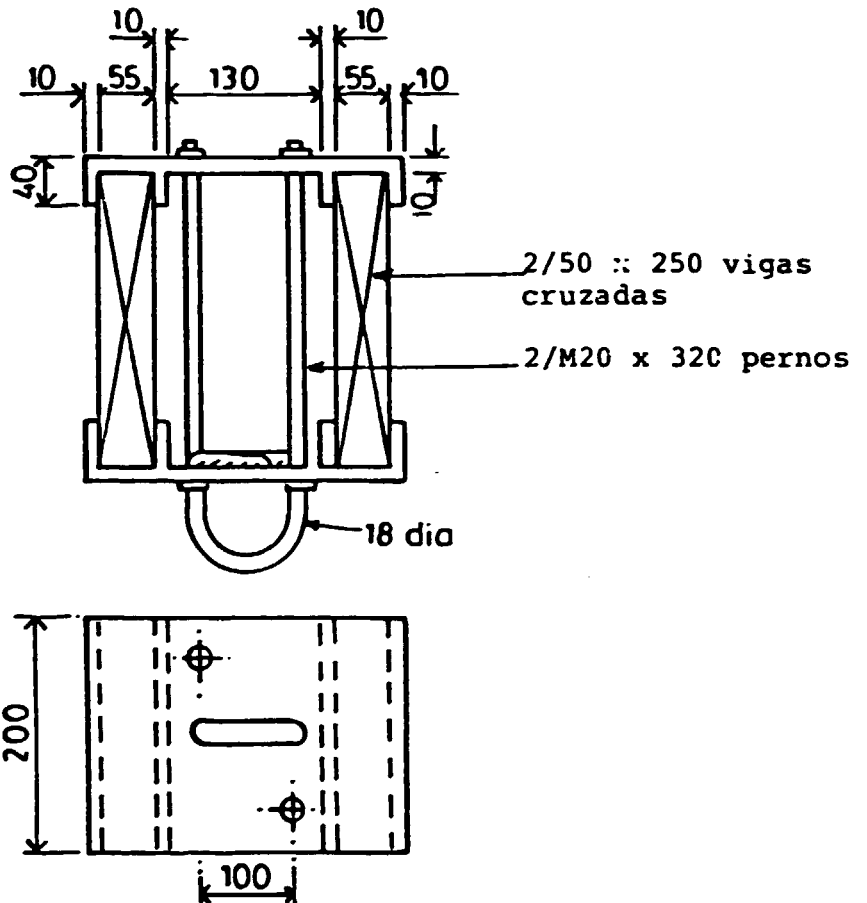
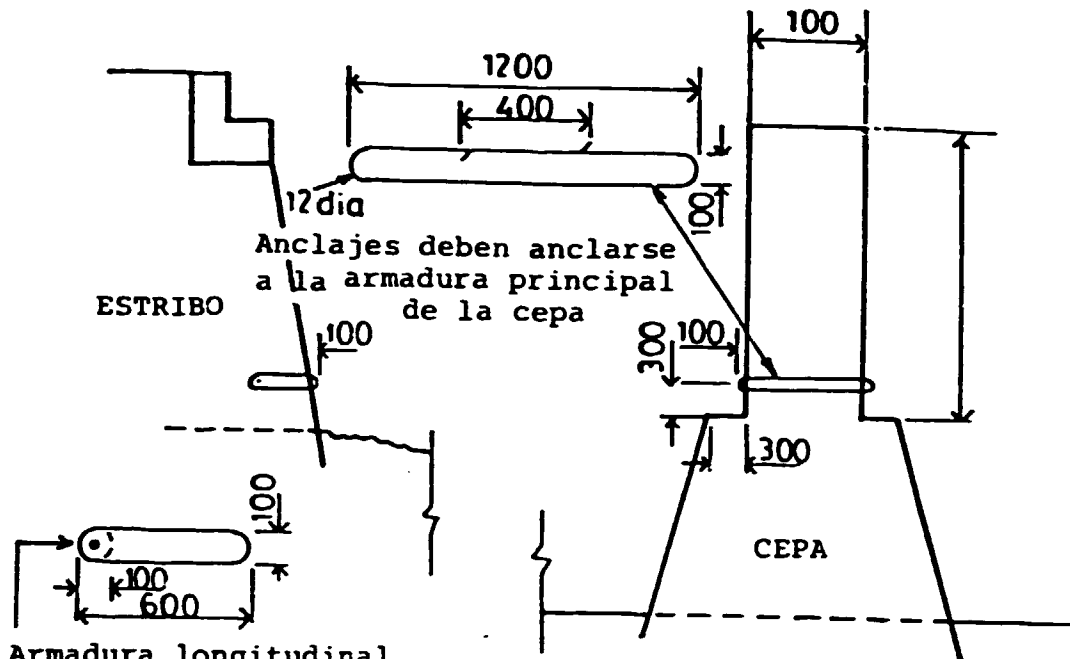
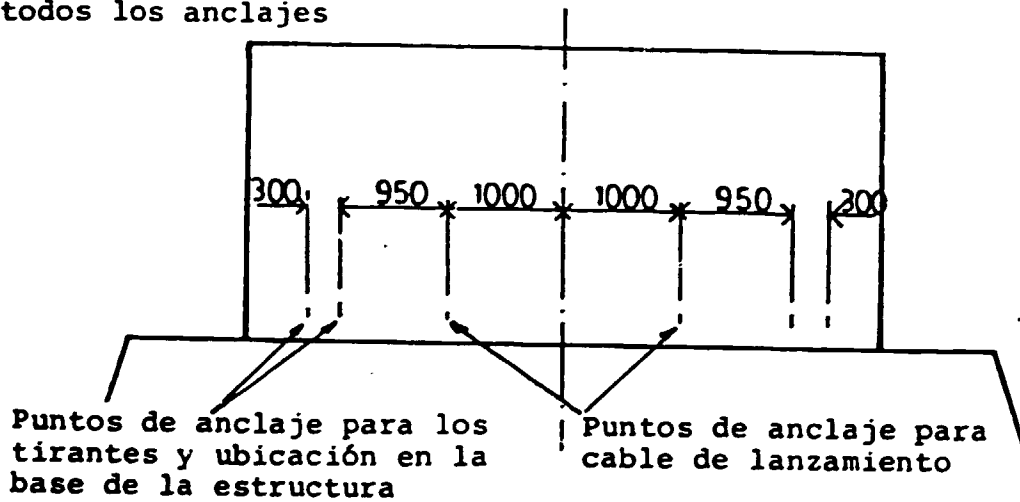


FIGURA 6: ABRAZADERA DEL CABLE DE LANZAMIENTO



Armadura longitudinal de diámetro 12 para unir todos los anclajes



Notas: Puntos de anclaje como los indicados deberán considerarse en todas las caras de ambos estribos y cepas aunque no necesariamente en las mismas posiciones.

El diseño del anclaje supone concreto de 20 N/mm² (CP110) y barras simples de acero dulce, sin embargo se prefiere barras deformadas y concreto de mayor resistencia.

FIGURA 7: DETALLES DE LOS PUNTOS DE ANCLAJE

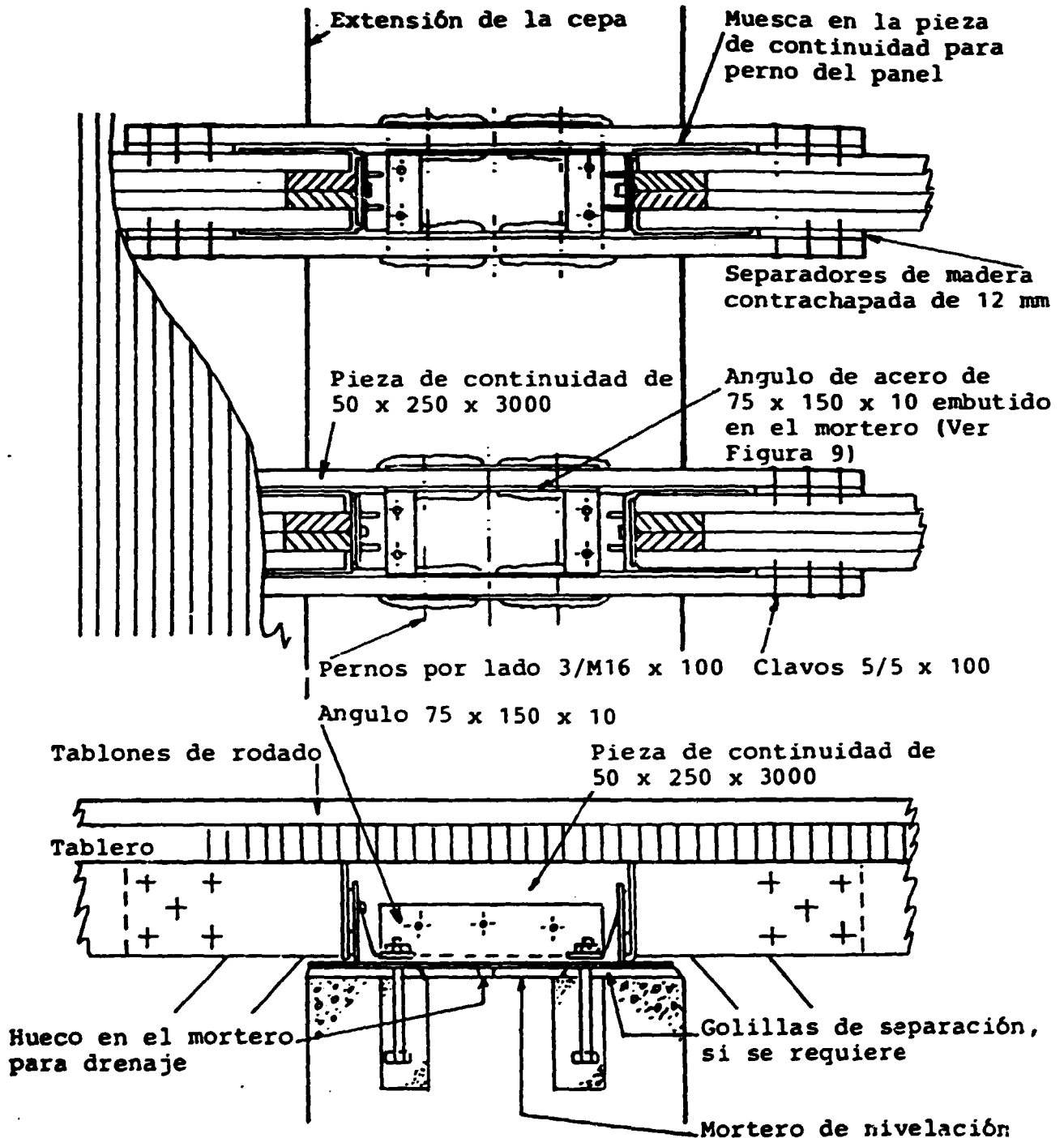


FIGURA 8: APOYOS PARA CONTINUIDAD SOBRE CEPAS

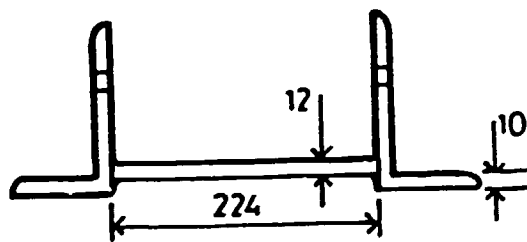
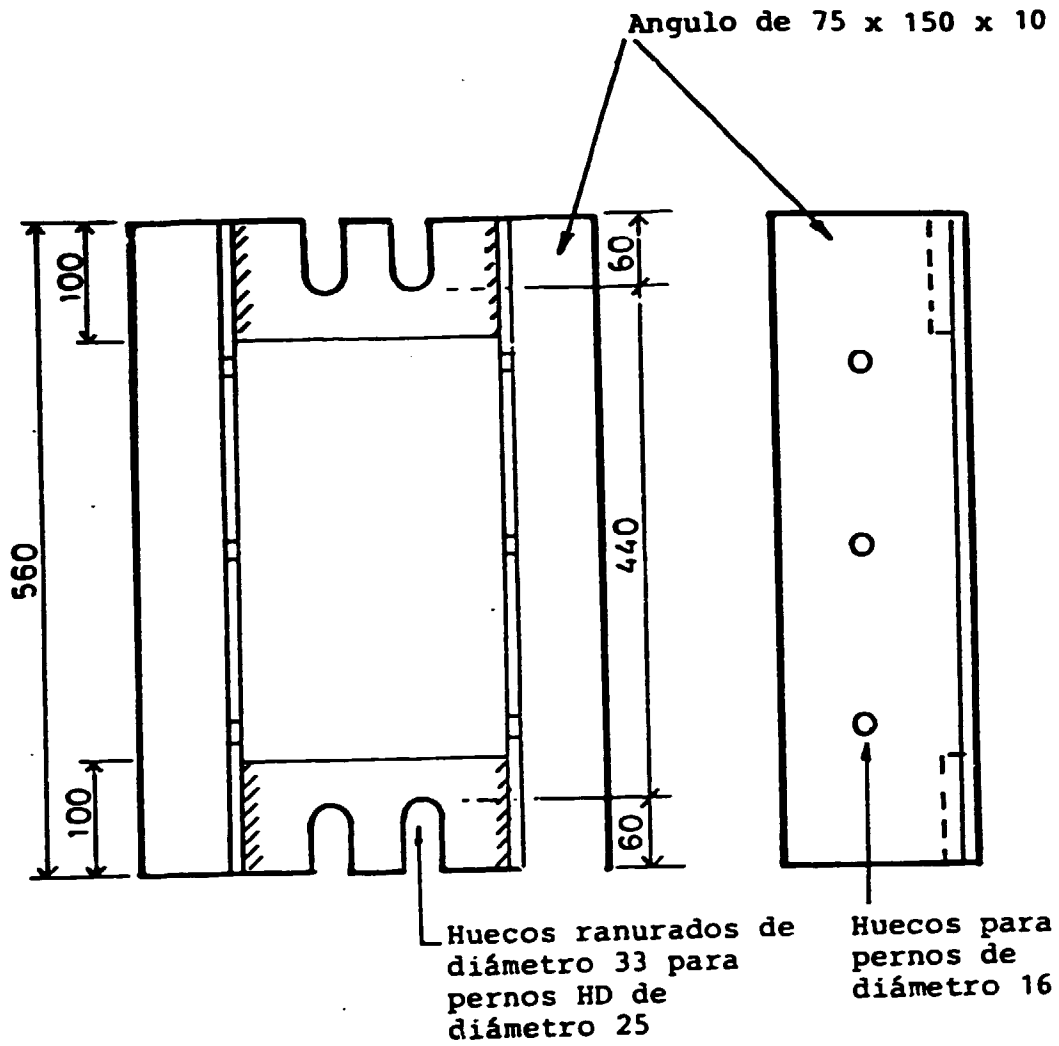


FIGURA 9: ABRAZADERA PARA LAS PIEZAS DE CONTINUIDAD

**RECOMMENDATION FOR PRACTICAL MAINTENANCE AND
INSPECTION PROCEDURES FOR EXISTING BRIDGES**

This report describes the practical maintenance and inspection procedures for existing timber bridges to achieve sound structural condition and safety for traffic. It is divided into sections and sub-sections in order to achieve a quick and better understanding of the procedure.

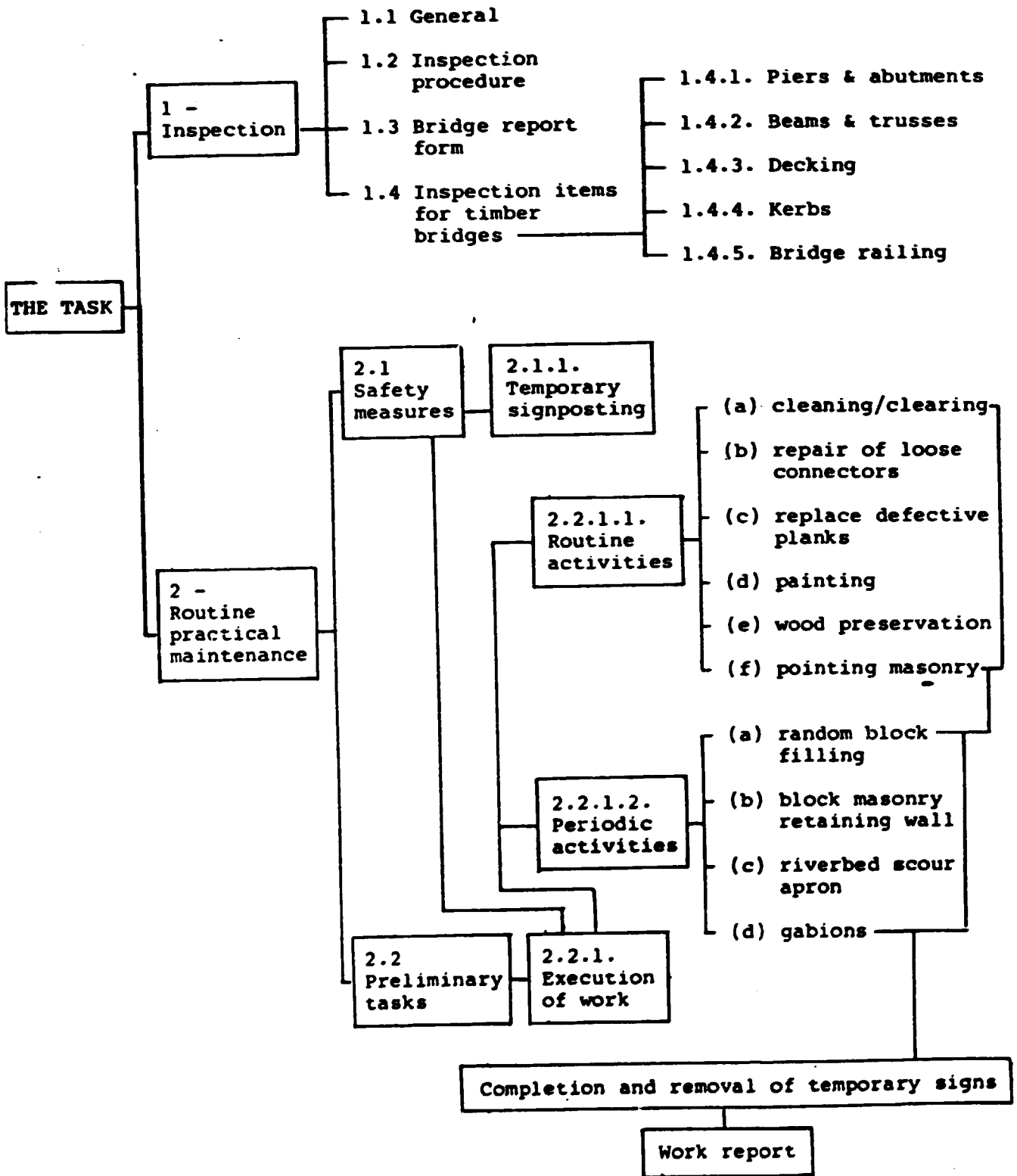
The recommendations borrow heavily from UNECA "Road Maintenance Handbook", Volume 1, maintenance of road side areas, drainage structures and traffic control devices. This handbook has been found to contain much of value and direct relevance to maintenance of the UNIDO wood bridge system.

This report is divided into two major sections:

1. Inspection.
2. Routine practical maintenance.

The chart below shows a general overview of the practical maintenance and inspection procedures for existing bridges.

Recommendations for inspection procedures
and practical maintenance for timber bridges



1. Inspection

1.1 General.

Where a bridge spans over water, the water must flow unimpeded at all flood levels without damaging the bridge or the waterway. It is advisable that the inspectors make a proper check list so that the inspection can be carried out thoroughly and adequately. The inspector should have a clear understanding as to what the objective of the inspection is.

1.2 Inspection procedure.

A bridge inspection table should be prepared and used by the inspector.

A report of inspection should be made at least once a year. It is advisable that this is carried out at times (depending on the 'countries' climate) of low water when a defect in abutments, piers, foundations and erosion of banks and riverbeds may best be detected.

A standard report form shown in section 1.3 should be used so that the inspection would include all the important items. This would also help result in preventing any overlooking of important items.

The standard report form would help the inspector to make notes clearly and completely. Long descriptions should be avoided. This is remedied by clear sketches and comments.

1.3 A bridge inspection report form should be prepared:

Two copies of the report form are to be filled out for each bridge.

- a) for the district engineer.
- b) section responsible for the bridge.

The engineer responsible for the job should fill in the Bridge Maintenance Work Sheet which ought to be prepared before the start of the job.

1.4 Inspection items for timber:

1.4.1. Piers and abutments.

For the inspection of piers and abutments the following items should be considered.

- a) Cracks, fungus, termite attack, loose or rusty nails, bolts and connectors.
- b) Decay, especially in areas subject to alternating wetting and drying (near water line).
- c) Damage to piles caused by marine borers.
- d) Signs of distress (cracks, rot, crushing) at head of piles, spillage of soil at all timber joints in abutment walls and wingwalls.
- e) Damage near or at contact points of bracing members with piles and beams.
- f) Any evidence of excessive deflection and vibration observed under passage of heavy loads.
- g) Check plumbness of walls and piles where tilting or movement is suspected. Use a spirit level or plumb-bob for this work.

1.4.2. Beams and Trusses

For the inspection of beams the following items should be considered:

- a) Splitting (lengthwise separation of wood usually across the annular rings)
- b) Excessive deflection under passage of heavy loads.
- c) Crushing and evidence of decay where beams bear on bentcaps or abutment seats.
- d) Crushing at top edge where the deck is supported.
- e) Sag, which may indicate partial failure in joints.
- f) Splits, crushing and decay at joints and bolt-holes.
- g) Loose connectors at splice points.
- h) Loose bolts.

1.4.3. Decking

For the inspection of decking the following items should be considered.

- a) Decay at contact surfaces where decking planks bear on beams and between planks.
- b) Looseness due to inadequate nailing (observe under passing traffic to reveal looseness of excessive deflection).
- c) Slipperiness.
- d) Functioning of drainage (surface areas, gutters, drainage openings) during rainfall.

1.4.4. Kerbs

For the inspection of the following items should be considered.

- a) Splits, decay, loose bolts.
- b) Condition of paint where it is used for improved visibility.

1.4.5 Bridge Railings

The following items for bridge railings should be considered:

- a) Decay.
- b) Insecure, loose sections.
- c) Damage especially from traffic.
- d) Loose anchor bolts and nuts.

If the bridge has to be closed for a longer period of time and the traffic detoured around it, use the standard plan "Temporary signposting for Road Detour" as a guide for temporary signposting. There are two kinds of standard plan for the temporary signposting of maintenance work on a bridge:

- Standard Plan:

"Temporary Signposting for Short Duration Maintenance Site (Truck)".

- Standard Plan:

"Temporary Signposting for Short Duration Maintenance Site (Cones)".

The speed reduction signs can be used depending on local conditions i.e., 50 Km/h at 200m ahead of bridge or 30 Km/h at 100m ahead of bridge.

Temporary signposting may be used for the following:

- Bridge maintenance.
- Short duration maintenance site (Truck)
- Short duration maintenance site (Cones)
- Road detour.

2. Routine Practical Maintenance.

2.1 Safety measures.

Bridge maintenance work can be hazardous especially when structural parts, normally inaccessible, have to be inspected or maintained. When ladders are used, always observe the following safety rules:

- Always inspect a ladder before use.
- Use only a ladder which is in good condition.
- Never paint a ladder as this may hide defects.
- Never use a spliced ladder or extend the ladder by plicing.
- The top of the ladder must always have firm support at both rails.
- The foot of the ladder must rest on a firm base.
- For best stability place the base of the ladder one third (1/3) to one quarter (1/4) of 'its' length away from the support wall or beam.
- When working at heights higher than 3 metres above ground level, a second worker should guard the base of the ladder.
- Always face the ladder when ascending or descending, otherwise balance is easily lost..
- Never lean beyond arm reach, otherwise balance is easily lost.

2.1.1 Temporary sign posting.

Temporary sign posts listed in the table below should be set up on arrival at the site. Other sign posts should be set up if required by the work.

2.2 Preliminary Tasks.

A "bridge maintenance work sheet" should be prepared. One report sheet will be required for each bridge. Local practice or experience may require other information to be recorded depending on the use to which it is put.

Some checks are recommended for personnel, vehicles, plant and equipment, materials, tools, signs and safety equipment.

Check	(Will entire personnel be needed?
	(Personnel	
	(Will entire personnel be required?
	(
	(Which items have to be reserved?
	(
	(Are they in good condition, and if not, what repairs need to be carried out?
	(Vehicles,	
	(Plant and	
	(Equipment	What transport and travel distance are involved?
	(
	(Are fuel and oil required?
	(
	(Will night watching be required?
(
(Materials,		
(tools,	Reserve as necessary and collect beforehand.	
(signs and		
(safety		
(equipment		

2.2.1 Execution of Work.

2.2.1.1 Routine Activities

(a) Cleaning/Clearing.

The most frequent activities of the bridge maintenance crew will be the routine "cleaning and clearing". Where equipment or materials have to be left overnight at the site, set-up night warning lights at both approaches. Do not leave any unattended obstruction on the carriageway at night.

Bridge deck and sidewalks, if any, should be cleared of all loose soil, dirt, aggregate, debris, by a broom and removed from site.

- All dirt and stones lodged between deck planking should be removed.
- Rainwater should be able to drain freely. Check and clear all drainage scrappers of dirt and debris.
- All dirt and debris in joints between beams and abutment walls, and around beam bearings or supports should be removed.
- Debris carried by floodwater and lodged at piers and abutments or at any point under bridge should be removed.
- Remove growing trees and bushes from area under bridge and directly upstream and downstream by cutting off near ground level. Dispose of material away from bridge and stream.
- All signs or reflectors on or at the bridge should be examined and if necessary washed clean, taking care not to scratch any reflective paint surfaces.
- Remove termite or "White Ant" tunnels in vicinity of timber bridges using shovel or other suitable tool. At the same time soak ground with an approved effective chemical solution against wood-destroying insects.
- Locate termite nest if possible. Excavate ground and soak with approved chemical. Soil poisoning can be effective but may need to be renewed in areas of severe termite activity.

Wood-termites are difficult to exterminate completely. Once a timber bridge or part thereof is attacked, most repair measures are only temporary. Only pressure treated timber which has been carefully handled after treatment can effectively resist insect attack.

Where pressure-treated timber is not available, local soil soaking treatment with an approved preservative and replacement of infested timber are among the limited measures possible.

Infested timber removed from a bridge should be completely burned.

(b) Repair of loose connectors.

The most common connectors are nails and bolts. These work loose under traffic and must be frequently checked. When lost or rusted, they must be replaced.

- Bolted joints:

Bolt shaft must fit tightly in the drilled hole. Washers must be thick enough and of ample diameter so that the timber does not crush when the nut is tightened.

- Nailed joints:

Nails are a frequent source of trouble, especially when the wrong kind or type is used. They work loose in timber decks and running boards, can also be drawn out by tyre-suction and damage vehicle tyres.

Examine running boards under passing traffic for movement. Extract all loose nails. Renail at different points (not in old nail holes), using nails about 3 times the plank thickness, prebore planks if they tend to split when driving nail. The diameter of borehole should be slightly smaller than nail diameter. For better resistance against withdrawal of nail from the plank, use nails with irregular shanks, for example:

Annular grooved nails.

Spirally grooved nails.

(c) Replace Defective Planks.

Running Boards:

Extract all nails, remove defective planks and clean deck area at contact surfaces. Use new planks of same dimensions as planks to be replaced. New planks must be well seasoned and treated with a wood preservative. Use about 3 nails for ends of plank and 2 nails at intermediate spacing of about 250mm. Do not drive nails near edge of plank. Stay at least 30 mm from edge. All nail heads must be flush with the surface of the plank.

Do not use defective timber, for example planks with bows, crooks, twists or cups.

Deck Planks:

Extract nails and lift off running boards and deck planks carefully so as not to damage timber stringers. Examine top surface of stringers for decay or damage. (decayed stringers will need to be replaced)

Cover top of stringer with a layer of bituminous felt, place new transverse planking, properly seasoned, and treated with wood preservative on felt and nail in position. Retain ventilation spacing of planks.

When new deck planks are in position, relay old running boards if in good condition. Otherwise replace these with new properly seasoned and treated planks. Nail into position using staggered joints.

(d) Painting.

Painting of timber components should be avoided. Special stains are available if the appearance and decoration of the bridge is considered.

Steelwork painting to be performed by the bridge crew is generally restricted to small spot work, for example painting of railings and occasionally, steel beams. Care must be taken to ensure a satisfactory job.

The following steps are recommended:

- Clean all metal surfaces by removing dirt, dust, rust scale and old paint. Where possible use a burner and then wire brush the surface to remove all loose particles.
- Apply priming coat with brush; brush thoroughly into steel ensuring that the paint covers the surface as an even film. Clean brushes at regular intervals to prevent clogging.
- Allow priming coat to dry thoroughly (24 hours or according to local experience).
- Apply intermediate coat (using an oil-based, metallic based, synthetic resin or other proven high-quality paint) in the same manner as for priming coat.
- Allow the intermediate coat ample time to dry thoroughly.
- Apply a final coat as in (4). The colour of both the intermediate coat and the final coat should be as bright as possible for better visibility and safety.

(e) Wood Preservation:

Wood preservation can only be thoroughly and reliably done by pressure impregnation where the preservative liquid is injected deep into the timber. When pressure treatment of replacement sections cannot be employed, apply a superficial application. This method is only of very limited value and cannot be regarded as satisfactory, especially if the wood comes in contact with the soil or is used in moist climates.

A suggested procedure for superficial treatment is as follows, working with protective gloves:

- Apply the wood preservative with a paint brush.
- Pour the oil over the wood surface and ends so that every crack is also filled with oil. Brush-in at the same time. No part should be left untreated as fungi can then easily find an access.
- Allow the first coat time to dry.
- Repeat a second application in the same manner.
- When the surface of treated wood has been damaged by handling, in transit, or bolt-holes bored, or sawn, apply oil treatment to the exposed surfaces as above before installing in bridge.
- After brushing work is completed and after any further handling of treated timber wash all traces of oil where it comes in contact with the skin.

(f) Pointing Masonry:

This activity should only be carried out on masonry structures in reasonably good condition. If the structure is badly settled or in danger of collapse, only complete reconstruction can be recommended.

- Clean defective joints of old mortar, soil and vegetation using compressed air or a water spray, hammer and chisel.
- Where the joint has to be renewed at spot locations the stone or brick should be eased out of place temporarily until new mortar bed is placed.
- Wet joint surfaces where fresh mortar has to be applied.
- Mix a mortar of cement and sand as required (1 cement : 3 sand) and add only enough water to permit mortar to be applied.

- Apply fresh mortar to joint, filling all space available, compacting with a suitable wooden tamper. Do not use mortar which has fallen on the ground.
- Smooth joints with suitable tool (a piece of rubber or plastic water hose).
- The final mortar surface should be inset slightly from the stone/brick surface to achieve a pleasing effect.
- In dry weather conditions, mortar can dry out quickly. Prevent this by sprinkling water on joints until mortar has completely hardened or cover work area with wet jute sacks or similar.
- Clean visible stone or brick surfaces which have been stained by mortar or cement-water in the process of the work so that the finished work will present a neat appearance.
- Leave the site in a clean and neat condition.

2.2.1.2 Periodic Activities.

(a) Random block filling.

This activity can be carried out as an emergency measure to fill riverbank areas and where the water is relatively shallow (up to 1.5 metre).

- If possible prepare an approximately level bedding area where the stone blocks are to be dumped
- Place the larger blocks in the lower layers.
- Continue placing until stream bank regains its' approximate original shape.

Alternative:

- Where stone is not available, use jute or plastic sacks filled about 1/2 to 2/3 full and firmly tied. Place in position as above

(b) Block Masonry Retaining Wall.

This can be constructed to protect the toe of an embankment or short lengths of stream-bank. Construct when river is dry and when height of wall is limited to a maximum of about 1.5 meters.

Determine beforehand that the soil is firm enough at foundation level by digging holes to the estimated level.

Alternative:

- When it is not possible to place the riprap apron in regular layers due to water flow, the scour area can be filled by random filling of the scour depression.
- Using stone blocks as above, drop riprap material into scour depression either from the bridge or from the bank until the depression has been filled.

(d) Gabions.

Where available, gabions can also be used as streambank protection structures. They are made of zinccoated steel baskets and must be hand-filled with rock and stones up to about 30 cm size, including quarry waste after placing in position.

In this way they attain great stability.

The gabions are supplied folded flat complete with tying wire to that the transport volume is a minimum.

- Excavate trench for gabions to line and grade. The trench must be wide enough to accept gabions and the foundation excavation must be level.
- Assemble centre gabion and drop into position. Check position and level before filling with stone. All sides must be tightly wired together.
- Assemble neighbouring gabions. Place them in trench and tie with heavy-guage wire to centre gabion
- Carefully fill centre gabion with suitable stone placed in layers, filling all voids with smaller stone. Care must be taken that the gabion corners are filled and that it does not bulge or lose its shape otherwise it will not be possible to close the "lid" properly. Tension wires in the gabion stretching from side to side are required to keep the gabion shape.
- Fill neighbouring gabions and proceed as above until wall is complete, then backfill in layers around the gabions and side of excavation, tamping until no further compaction is attained.