

# PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA PREPARACION Y PRESENTACION DE REDES PERT DE CONTROL DE LOS TIEMPOS DE CONSTRUCCION

Por LUIS LAORDEN

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Agrupación de Trabajo C.A.L. Oficinas técnicas

*El método Pert-tiempo es un eficaz instrumento de control de la realización de un proyecto o una serie de actividades. La Red Pert ofrece a los niveles de dirección una visión de conjunto, completa en todas sus interdependencias, y de comprensión rápida del programa previsto. Por medio de sus actualizaciones periódicas fija en cada instante la verdadera importancia dentro del plan general de las actividades cumplidas y las que quedan pendientes hasta la terminación de la obra. Establece sobre una base numérica las previsiones y tolerancias en cada actividad, así como su repercusión en el resto del conjunto. Permite una simulación rápida de diversos ritmos de realización y por medio del Pert-costes, la valoración real de los tiempos de demora y de los esfuerzos para compensarlos. El presente "Pliego de Condiciones" para la preparación y presentación de Redes Pert de control de los tiempos de construcción, está basado en el "Type Specification TS-P62, 12 June 1963. Department of the Navy Bureau of Yards and Docks" y adaptado a las condiciones de los programas Pert para computadores usados actualmente en España.*

## 1. ALCANCE DE ESTE PLIEGO.

Este Pliego abarca las condiciones para la preparación y presentación de Redes Pert-tiempo, de las listas e informes de sus resultados y de su uso durante la ejecución del contrato.

## 2. DOCUMENTO DE REFERENCIA.

El Anejo 1, Notas Técnicas sobre el Pert-tiempo, incluye información referente al método Pert que deberá ser usado.

## 3. CONDICIONES.

3.1. *Definición de términos.*— Para la definición de los términos usados en los informes prescritos en este Pliego, ver el párrafo 4.

3.2. *Redes Pert-tiempo.*— El contratista deberá emplear una red Pert-tiempo que muestre su plan para realizar la obra contratada. La red deberá incluir las actividades y sucesos que deberán realizarse desde la adjudicación del contrato hasta su terminación, así como las previsiones del contratista, en días de trabajo, de la duración prevista de cada actividad en sus previsiones optimista, pesimista y normal. La duración prevista ( $t_p$ ) a utilizar en el cálculo Pert será la deducida estadísticamente a partir de las previsiones optimista, pesimista y normal (ver párrafo 4, definiciones).

A partir de la red y de las duraciones previstas para cada actividad se deducirá una fecha más baja prevista ( $T_B$ ), una fecha más alta prevista ( $T_A$ ) y las holguras resultantes para cada suceso. Las fechas más altas tolerables pre-

vistas se ajustarán a las fechas impuestas en el contrato ( $T_1$ ). Cada subcontrato o cada parte principal de la obra podrá ser desarrollada en una red particular, en cuyo caso cada una de éstas deberá estar integrada dentro de una red directora. Los sucesos y actividades deberán ser designados con un título breve descriptivo, y a cada suceso se asignará un código numérico dentro de un sistema numérico no repetitivo, aceptado por el Inspector de la obra y compatible con los programas Pert para computadores que se utilizarán.

3.3. *Provisión de servicio y computadores* (Aplicable cuando el inspector provee el servicio de computadores):

Los servicios de computadores, incluyendo preparación y salida de datos, comprobación y servicios similares que se necesiten para obtener las listas de resultados especificadas en el párrafo 3.8., se proveerán por el inspector sin ningún coste para el contratista.

(Aplicable cuando el inspector no provee el servicio de computadores):

Los servicios de computadores, incluyendo preparación y salida de datos, comprobación y servicios similares que se necesitan para obtener las listas de resultados especificadas en el párrafo 3.8., se proveerán por el contratista.

(Omitir el párrafo 3.3. cuando los cálculos se hagan sin el empleo de computadores.)

3.4. *Presentación y aprobación de la red Pert-tiempos y datos de entrada iniciales* (Aplicable cuando el inspector provee el servicio de computadores):

Dentro de treinta días después de la fecha notificada para comenzar, el contratista deberá presentar para su aprobación, sujeto a las condiciones del contrato, una Red Pert, junto con una hoja de nomenclatura y datos de entrada Pert según el formato del Anejo 2, programando todos los trabajos necesarios para completar la obra contratada sin excluir a los que serán realizados por otros. La red deberá incluir pero no estará limitada a los sucesos indicados en la lista parcial de sucesos (ver Anejo 3). Deberá incluir e identificar los sucesos controlados por las decisiones o acciones del inspector, tales como las aprobaciones y entregas principales de equipos o materiales que deba suministrar.

(Aplicable cuando el inspector no provee el servicio de computadores):

Dentro de treinta días después de la fecha notificada para comenzar, el contratista deberá presentar para su aprobación, sujeto a las condiciones del contrato, una lista completa de las actividades con sus duraciones previstas, una lista completa de sucesos y una Red Pert con el camino crítico claramente marcado, que muestre el plan del contratista para la realización del proyecto. La Red deberá incluir, pero no estará limitada a los sucesos indicados en la lista parcial de sucesos (ver anejo 3). Deberá también incluir e identificar los sucesos controlados por las decisiones o acciones del inspector, tales como la aprobación y entregas principales de equipos o materiales que deban suministrar.

3.5. *Identificación del camino crítico* (Aplicable cuando el inspector provee el servicio de computadores):

En el plazo de cinco días laborables después de que el contratista haya recibido la lista inicial de datos de salida del computador o las listas de datos de salida del computador en cada actualización periódica, el contratista pro-

porcionará al inspector de la obra cinco copias de la Red Pert en las que esté claramente identificado el camino crítico a través de la Red.

3.6 *Actualizaciones periódicas* (Aplicable cuando el inspector provee el servicio de computadores):

Cada treinta días después de la submisión de la Red Pert inicial y de los datos de entrada (ver 3.4) el contratista deberá presentar información puesta al día sobre la nomenclatura y datos de entrada Pert (ver anejo 2). Cada revisión deberá reflejar, sin estar limitada a los siguientes apartados:

- a) Todas las actividades o sucesos añadidos o suprimidos desde el anterior informe.
- b) Todos los cambios en las previsiones de tiempos de los anteriores informes, fechas del programa o nomenclatura.
- c) Todos los sucesos alcanzados y actividades completadas desde el anterior informe.

(Aplicable cuando el inspector no provee el servicio de computadores):

Cada treinta días después de la presentación de la Red Pert inicial y de los datos de salida del computador (ver 3.4), el contratista deberá actualizar y calcular todos los datos para reflejar sin limitarse a los siguientes apartados:

- a) Todas las actividades o sucesos añadidos o suprimidos desde el anterior informe.
- b) Todos los cambios en las previsiones de tiempos de los anteriores informes, fecha del programa o nomenclatura.
- c) Todos los sucesos alcanzados y actividades completadas desde el anterior informe.

La submisión de las listas de resultados del computador e informes especiales basados en esta actualización deberán ser de acuerdo con los párrafos 3.7 y 3.8. Al mismo tiempo se presentarán cinco copias actualizadas de la Red Pert, en la que esté claramente identificado el camino crítico a través de la Red.

3.7. *Listas de resultados del computador* (Aplicado cuando el inspector provee el servicio de computadores):

El inspector suministrará las siguientes listas al contratista dentro de un tiempo razonable después de la recepción de datos de entrada inicial o actualizados (ver 3.4), cinco copias de las siguientes:

1. Lista del número de código de cada suceso.
2. Lista de holguras de los sucesos.
3. Lista de fechas más bajas previstas ( $T_n$ ) para los sucesos.
4. Lista de fechas más altas previstas ( $T_A$ ) para los sucesos.
5. Lista de comienzos más bajos previstos para las actividades.
6. Lista de comienzos más altos tolerables para las actividades.
7. Lista de tiempos libres totales de cada actividad.
8. Lista de tiempos libres relativos de cada actividad.

(Aplicable cuando el inspector no provee el servicio de computadores):

El contratista deberá entregar las siguientes listas al inspector:

- a) Dentro de catorce días después de la aprobación de la Red Pert inicial, cinco copias de las siguientes, según un formato compatible con el sistema de computación usado y aceptado por el inspector:
  1. Lista del número de código de cada suceso.
  2. Lista de holguras de los sucesos.

3. Lista de fechas más bajas previstas ( $T_B$ ) para los sucesos.
4. Lista de fechas más altas tolerables ( $T_A$ ) para los sucesos.
5. Lista de comienzos más bajos previstos para las actividades.
6. Lista de comienzos más altos tolerables para las actividades.
7. Lista de tiempos libres totales de cada actividad.
8. Lista de tiempos libres relativos de cada actividad.

b) Dentro de los catorce días siguientes a la submisión inicial de las listas anteriores, entregará cinco copias puestas al día de los listados parciales (ver 4) fijados por el inspector, sin exceder de un listado para cada una de las listas anteriores.

3.8. *Informes especiales exigidos al contratista* (Aplicable cuando el inspector provee los servicios de computadores):

Dentro de los cinco días siguientes a la recepción de las listas actualizadas de resultado del computador (ver 3.7), el contratista deberá avisar al inspector por escrito de las demoras anticipadas o áreas de conflicto que afectarían a las fechas de terminación del proyecto. Deberá indicar por escrito la acción que tiene intención de tomar para reprogramar o corregir las demoras. Todo tiempo previsto (ver 4) que se demore deberá ser ajustado, reprogramado y/o revisado para reflejar la nueva planificación del contratista. Toda demora en la fecha más alta tolerable prevista (ver 4) deberá advertirse inmediatamente en una notificación escrita dirigida al inspector, con la acción propuesta para remediarlo.

(Aplicable cuando el inspector no provee el servicio de computadores):

Dentro de los cinco días siguientes a la entrega de las listas de resultados del computador actualizada (ver 3.7), el contratista deberá advertir al inspector por escrito de las demoras anticipadas o áreas de conflicto que afectarían a las fechas de terminación del proyecto. Deberá indicar por escrito la acción que tiene intención de tomar para reprogramar o corregir las demoras. Todo tiempo previsto (ver 4.4) que se demore deberá ser ajustado, reprogramado y/o revisado para reflejar la nueva planificación del contratista. Toda demora en una fecha más alta tolerable prevista (ver 4) deberá advertirse en una notificación escrita dirigida al inspector, con la acción propuesta para remediarla.

4. *Definición de términos:* Se aplicará las siguientes definiciones de términos:

- 4.1. *Actividad:* Acto necesario para alcanzar un cierto objetivo en el ámbito de un proyecto y caracterizado por una duración. Una actividad puede simplemente representar una conexión o interdependencia entre dos números de la Red (tiempo de espera). Las actividades se representan gráficamente por líneas.
- 4.2. *Camino crítico:* La secuencia de actividades dentro de la Red Pert, desde su origen al final, que tiene el tiempo de duración más largo. El camino con la cantidad más pequeña de holguras positivas o la más alta de holguras negativas.
- 4.3. *Fechas impuestas ( $T_T$ ):* Las fijadas en el programa del contrato para alcanzar un suceso.

- 4.4. *Fecha prevista más baja;  $T_b$  de un suceso dado*: Los tiempos de duración previstos ( $t_c$ ) para las actividades en secuencia sobre el camino más largo desde el suceso inicial hasta el suceso dado. Se referirá a las fechas de un calendario. En los casos en que más de una actividad precede a un suceso el dato a usar es el de la actividad más retrasada.
- 4.5. *Fecha más alta tolerable ( $T_a$ ) de un suceso*: La fecha más alta antes de la cual un suceso debe ocurrir para que no retrase la realización del programa del contrato. La fecha más alta tolerable ( $T_a$ ) para un determinado suceso se determinará sumando los tiempos de duración previstos ( $t_c$ ) para las actividades sobre el camino más largo desde el suceso final en sentido inverso hasta el suceso determinado, y restando este tiempo de la fecha más alta tolerable de terminación del contrato. Las fechas impuestas  $T_A$  serán equivalentes a las fechas más altas tolerables donde es compatible.
- 4.6. *Fecha de comienzo más baja de una actividad*: Es la fecha más baja prevista  $T_b$  del suceso origen de la actividad.
- 4.7. *Fecha de comienzo más alta tolerable de una actividad*: Es la fecha tolerable más alta  $T_a$  del suceso origen de la actividad.
- 4.8. *Fecha de terminación más baja de una actividad*:  $T_b + t_c$ .
- 4.9. *Fecha de terminación más alta tolerable de una actividad*: Es la fecha más alta tolerable ( $T_a$ ) para el suceso final de la actividad.
- 4.10. *Holgura de un suceso*: La diferencia para un suceso entre la fecha más alta tolerable ( $T_a$ ) y la fecha prevista más baja ( $T_b$ ) indica las fechas entre las cuales se puede fijar el comienzo de las actividades que parten de él sin retrasar la realización del proyecto. La holgura puede ser cero, positiva o negativa, indicando conformidad, avance o retraso con respecto al programa.
- 4.11. *Listados parciales*: Lista de resultados del computador con datos relativos a un determinado área o nivel de interés de la dirección, extraídos de los datos básicos computados.
- 4.12. *Pert tiempo*: Sistema de información para la dirección de un proyecto basado en una red de dependencia de tiempos que muestre las tareas que deberán ser realizadas durante la ejecución del proyecto.
- 4.13. *Red*: Una representación gráfica de la secuencia de las realizaciones e interdependencias de sucesos y actividades en una empresa de varios sucesos.
- 4.14. *Red directora*: Abarca a todas las redes parciales integradas para formar una red general del proyecto.
- 4.15. *Suceso*: Instante que marca el fin de unas actividades determinadas y el principio de otras. Un suceso no consume tiempo y se representa gráficamente por un círculo.
- 4.16. *Tiempo de duración previsto de una actividad ( $t_p$ )*: El tiempo previsto necesario para realizar una actividad. Tiempo normal es aquel que en una repetición de la actividad se ha dado mayor número de veces  $n$ . Los tiempos optimista "a" y pesimista "b" se definen matemáticamente como aque-

los que tienen por lo menos un 2 por 100 de probabilidades de darse. El tiempo de duración previsto ( $t_e$ ) para el cálculo Pert vale:

$$t_e = \frac{a + 4n + b}{6}.$$

- 4.17. *Tiempo libre total de una actividad*: Es el tiempo que puede retrasarse el comienzo de una tarea o prolongarse su realización sin que repercuta en la duración total del proyecto. Se obtiene restando de la diferencia entre la fecha de terminación más alta tolerable de la actividad y la fecha de comienzo más baja de la actividad el tiempo de duración previsto ( $t_p$ ).
- 4.18. *Tiempo libre relativo*: Tiempo que puede retrasarse el comienzo de la tarea o prolongarse su realización sin que repercuta en los tiempos libres totales de las demás tareas. Se obtiene como diferencia entre la fecha más baja prevista de la actividad crítica que concurre en el suceso de la actividad y la fecha de terminación más baja de la actividad considerada.

Nota: Los anejos que se mencionan en el presente pliego son particulares a cada obra y se refieren a lo siguiente:

- Anejo 1: Notas técnicas sobre el Pert-tiempo. Puede sustituirse por una mención a una publicación de autoridad sobre el método Pert, o incluirse en este anejo unas explicaciones sobre la técnica Pert exigida.
- Anejo 2: Formato de nomenclatura y datos de entrada Pert. Cuando el inspector provee el servicio de computadores se fijará este formato según los computadores disponibles por el inspector.
- Anejo 3: Lista parcial de sucesos. Será redactada por la Inspección de la obra y del criterio seguido en la Inspección de la obra.