



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

---

Universidad de Buenos Aires

# Sistema de monitoreo en tiempo real de temperaturas para heladeras de banco de sangre

Autor:

Marcelo Castello

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 25 de agosto de 2020 y el 6 de octubre de 2020.*

## Índice

|  |    |
|--|----|
| Registros de cambios . . . . .                                   | 3  |
| Acta de constitución del proyecto. . . . .                       | 4  |
| Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar . . . . . | 5  |
| Identificación y análisis de los interesados. . . . .            | 6  |
| 1. Propósito del proyecto . . . . .                              | 7  |
| 2. Alcance del proyecto . . . . .                                | 7  |
| 3. Supuestos del proyecto. . . . .                               | 8  |
| 4. Requerimientos . . . . .                                      | 8  |
| Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ) . . . . .       | 9  |
| 5. Entregables principales del proyecto . . . . .                | 9  |
| 6. Desglose del trabajo en tareas . . . . .                      | 10 |
| 7. Diagrama de Activity On Node . . . . .                        | 10 |
| 8. Diagrama de Gantt. . . . .                                    | 11 |
| 9. Matriz de uso de recursos de materiales . . . . .             | 12 |
| 10. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .                 | 14 |
| 11. Matriz de asignación de responsabilidades . . . . .          | 14 |
| 12. Gestión de riesgos . . . . .                                 | 15 |
| 13. Gestión de la calidad . . . . .                              | 16 |
| 14. Comunicación del proyecto . . . . .                          | 16 |
| 15. Gestión de compras . . . . .                                 | 16 |
| 16. Seguimiento y control. . . . .                               | 16 |
| 17. Procesos de cierre . . . . .                                 | 17 |

## Registros de cambios

| Revisión | Detalles de los cambios realizados | Fecha      |
|----------|------------------------------------|------------|
| 1.0      | Creación del documento             | 26/08/2020 |

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 25 de agosto de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Marcelo Castello que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará “Sistema de monitoreo en tiempo real de temperaturas para heladeras de banco de sangre”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema para la medición, visualización y emisión de alertas de temperatura para heladeras y freezers en bancos de sangre de efectores de salud de la Municipalidad de Rosario, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$XXX, con fecha de inicio 25 de agosto de 2020 y fecha de presentación pública 25 de agosto de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Secretaría de Salud Pública  
Municipalidad de Rosario

Nombre del Director  
Director del Trabajo Final

## Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Los cortes de energía que se producen a menudo en la red eléctrica, afectan de manera directa el buen funcionamiento de los sistemas de refrigeración, sean de productos medicinales como de hemoproductos, pudiendo en algunos casos perder la cadena de frío con la consiguiente pérdida del material almacenado. Esto no sólo se traduce en pérdidas económicas, sino también implica que personas no puedan acceder a los tratamientos o vacunas con el consecuente impacto social y mediático que esto representa en una empresa pública. Además la Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), a través de la disposición: Reglamento Técnico Mercosur sobre Buenas Prácticas de Distribución de Productos Farmacéuticos”, Resolución Mercosur GMC N° 49/2002, define un conjunto de prácticas para el transporte y almacenamiento de productos farmacéuticos donde exige trazabilidad, equipamiento para el control y registro continuo de temperaturas con el fin de asegurar las condiciones ambientales de almacenamiento de tales productos. La medición a distancia continua y en tiempo real de estas temperaturas sumado a un sistema de alerta, asegura las condiciones legales, minimiza los riesgos y garantiza la disponibilidad de hemoproductos seguros en el momento y el lugar en que se precise. Esto se enmarca en las políticas esenciales de la Secretaría de Salud Pública cuya misión es preservar la salud de la población, proponiendo un trabajo integrador para la construcción de opciones y entornos saludables.

Los equipos y software de que se dispone en plaza en su mayoría son de origen extranjero, y su utilización -además de onerosa- implica una dependencia con los fabricantes, en términos económicos pero también de criterios (en general se comercializan por módulos, no proveyendo soluciones integrales). En otras palabras, para trabajar con estos recursos se deben seguir criterios técnico-económicos diseñados para otras latitudes y otras condiciones. Se deben realizar adaptaciones y aproximaciones que implican tareas adicionales y que no siempre son del todo efectivas. El personal destinado a estas tareas debe entrenarse utilizando tiempo y esfuerzo, y este entrenamiento debe reforzarse cada vez que el propietario del sistema decide algún cambio o actualización. En el desarrollo de la presente idea, se ha pensado que tal vez este esfuerzo podría ser redirigido a tareas más provechosas. Se requiere entonces el desarrollo de tecnología propia destinada a este fin, que pueda ser adaptada a las necesidades de los investigadores locales, evitando la dependencia tecnológica en equipos y en software, y reduciendo en todo lo posible las erogaciones durante la investigación por este ítem.

El presente proyecto se destaca especialmente por incorporar una solución integral sin gastos de abono y con la característica distintiva que los datos están guardados en los servidores del cliente. Esto lo diferencia de otros sistemas similares en que los datos quedan en poder del fabricante, además al no ofrecer una solución integral, cada módulo extra incorporado, representa un gasto o abono adicional.

La solución propuesta se compone de las siguientes partes:

- Medición de la temperatura
- Transporte de los datos
- Lógica de control y persistencia de datos
- Visualización y alarmas

En la figura 1 se observa un diagrama en bloques general del sistema, donde se aprecia que los sensores estarán ubicados en distintos efectores del sistema de salud municipal. Además

se puede ver el sistema de almacenamiento y visualización implementado con un tablero de control (dashboard) en un servidor centralizado, ubicado en el datacenter de la Secretaría de Salud Pública. Por simplicidad, se han dibujado sólo tres efectores. Es necesario destacar que el sistema de salud pública municipal de la ciudad de Rosario consta de 6 hospitales, un centro de especialidades médicas, un centro regional de sangre y 50 centros de atención primaria de la salud.

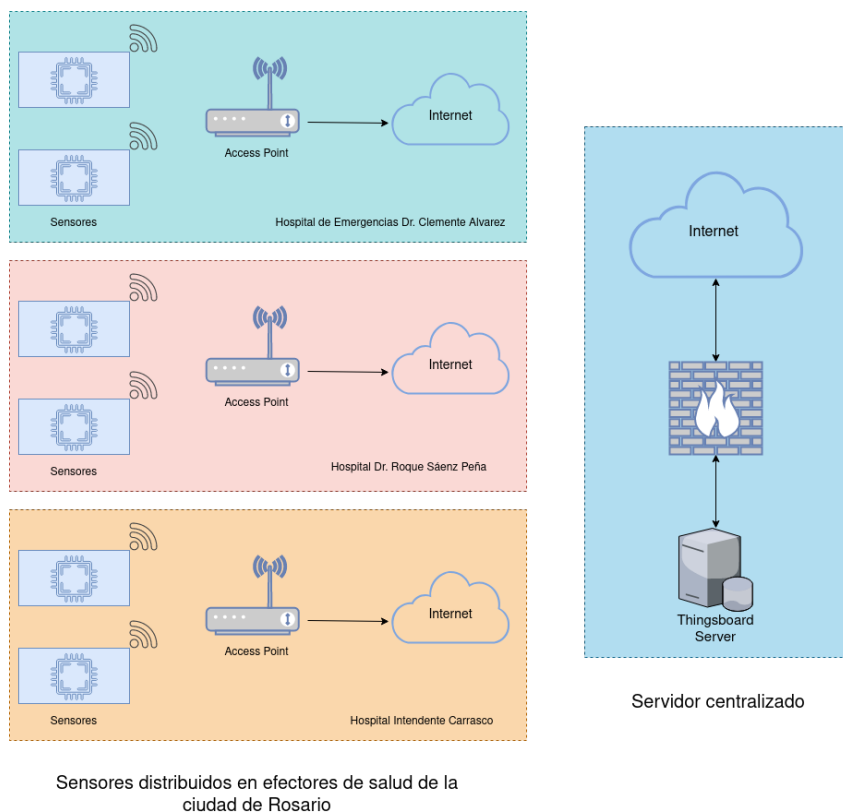


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

## Identificación y análisis de los interesados

- Si una persona es Cliente pero también colabora u orienta, dejarla solo como Cliente.
- Si una persona es el Responsable, no debe ser colocado también como Miembro del equipo.

Pero en cambio sí es usual que el Cliente y el Auspiciante sean el mismo, por ejemplo.

- Auspiciante: es riguroso y exigente con la rendición de gastos. Tener mucho cuidado con esto.

| PERSONAS FISICAS Rol | Nombre y Apellido           | Organización                | Puesto                 |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Auspiciante          |                             |                             | -                      |
| Cliente              | Secretaría de Salud Pública | Municipalidad de Rosario    |                        |
| Impulsor             | Roberto Collelo             | Secretaría de Salud Pública | Bioingeniería          |
| Responsable          | Marcelo Castello            | FIUBA                       | Alumno                 |
| Colaboradores        | Roberto Collelo             | Secretaría de Salud Pública | Bioingeniería          |
| Orientador           | Nombre del Director         | pertenencia                 | Director Trabajo final |
| Equipo               | miembro1<br>miembro2        | -                           | -                      |
| Opositores           | -                           | -                           | -                      |
| Usuario final        | -                           | -                           | -                      |

- Equipo: Juan Perez, suele pedir licencia porque tiene un familiar con una enfermedad. Planificar considerando esto.
- Orientador: María Gómez, nos va a poder ayudar mucho con la gestión de impuestos.

## 1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es poner en marcha un sistema de registro y visualización de temperaturas para refrigeradores críticos del área salud, con el objetivo de minimizar los riesgos de pérdida de material, asegurando las condiciones legales exigidas por la autoridad.

## 2. Alcance del proyecto

El presente proyecto incluye el desarrollo de sus cuatro partes fundamentales. Sensores de temperatura. Estarán basados en microcontrolador ESP8266, los cuales proveen la capa física nativa para la conexión WiFi. El desarrollo del firmware incluirá las siguientes características:

- Capacidad de conectar distintos modelos de sensores de temperatura.
- Sensado de temperaturas de freezers ( $-17^{\circ}\text{C}$ ) y heladeras ( $4^{\circ}\text{C}$ )
- Procesamiento de los valores de temperatura: muestreo cada segundo y promediado cada 600 segundos.
- Web server integrado para la configuración o visualización de parámetros.
- Actualización remota del firmware.
- Procesador de comandos para cambios de configuración on line desde el panel de visualización.

Transporte de los datos. Se instalará y configurará en un servidor con sistema operativo GNU/Linux con distribución Debian, la dashboard Thingsboard versión Community Edition que es la versión libre de licenciamientos pero que contiene todas las funcionalidades necesarias para este proyecto.

Visualización Se configurarán en la dashboard paneles para que proporcionen la siguiente información para cada dispositivo:

- Visualización de las temperaturas en tiempo real.
- Visualización mediante gráficas de la evolución de las temperaturas en el dominio del tiempo con entorno configurable.
- Visualización y configuración de los parámetros de alertas (rangos de temperatura).
- Visualización del estado del dispositivo (fuera de rango/offline).
- Visualización del lugar de emplazamiento del dispositivo.
- Visualización de fecha y Hora de la última telemetría.

Alarmas/alertas Se prevé la utilización de la API de Telegram para lo cual se configurará una cadena de reglas que filtre los dispositivos, confeccione los mensajes y finalmente a través de HTTPS envíe la notificación. Se configurarán canales de Telegram para cada área/efector

El presente proyecto no incluye la provisión de la infraestructura de transporte de datos, esto es, los equipos para puntos de acceso a internet, las conexiones a internet para cada área donde estarán emplazados los sensores. Tampoco incluirá certificaciones emitidas por las autoridades competentes. Los sensores desarrollados no son aptos para su instalación en equipos ultrafreezer ( $-70^{\circ}$ ).

### 3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Las áreas donde se colocarán los sensores deberán disponer de una conexión a internet.
- Se utilizará la infraestructura de servidores de la red informática metropolitana de la ciudad de Rosario
- Los recursos humanos y el tiempo necesario para el desarrollo, serán proporcionados por la Municipalidad de Rosario.
- El gasto producido por la compra de los elementos necesarios será proporcionado por la Municipalidad de Rosario.

### 4. Requerimientos

Los requerimientos deben numerarse y de ser posible agruparlos por afinidad: NO USAR JERBAS NI ACRONIMOS BREVES CONSISOS PARTICIPACION DEL CLIENTE EN REQ PRIORIZARLOS



1. Requerimientos de hardware de los sensores
  - 1.1. Microcontrolador en fase de producción activa
  - 1.2. Microcontrolador con capa física WiFi
  - 1.3. Sensores primarios con rango de medición entre -50 y 100 °C
  - 1.4. Requerimiento 3 (prioridad menor)
2. Requerimientos del software de los sensores
  - 2.1. Implementación de protocolo de seguridad para la comunicación
  - 2.2. Configuración de parámetros específicos del nodo por pag web???
  - 2.3.
3. Requerimientos de seguridad informática
  - 3.1. La transmisión de la temperatura se deberá realizar con encriptación, utilizando para ello protocolos de seguridad.
  - 3.2. Acceso a los sistemas con usuarios y contraseñas
  - 3.3.
4. Requerimientos de compras
  - 4.1. Gestión de compras ágiles
  - 4.2. Posibilidad de realizar compras en el exterior

Leyendo los requerimientos se debe poder interpretar cómo será el proyecto y su funcionalidad.

De ser posible indicar cómo se obtuvieron cada uno de los requerimientos

Indicar claramente cuál es la prioridad entre los distintos requerimientos.

No olvidarse de que los requerimientos incluyen a las regulaciones y normas vigentes!!!

Y al escribirlos seguir las siguientes reglas:

- Ser breve y conciso (nadie lee cosas largas).
- Ser específico: no dejar lugar a confusiones.
- Expresar los requerimientos en términos que sean cuantificables y medibles.

## Historias de usuarios (*Product backlog*)

Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (*history points*). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.

## 5. Entregables principales del proyecto

Cosas como:

- Manual de uso
- Diagrama esquemático
- Código fuente
- Diagrama de instalación
- Informe final

## 6. Desglose del trabajo en tareas

Se recomienda mostrar el WBS mediante una lista indexada:

### 1. Grupo de tareas 1 BIBLIOGRAFIA POR EJEMPLO

- 1.1. Tarea 1 (tantas hs)
- 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 1.3. Tarea 3 (tantas hs)

### 2. Grupo de tareas 2

- 2.1. Tarea 1 (tantas hs)
- 2.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 2.3. Tarea 3 (tantas hs)

### 3. Grupo de tareas 3

- 3.1. Tarea 1 (tantas hs)
- 3.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 3.3. Tarea 3 (tantas hs)
- 3.4. Tarea 4 (tantas hs)
- 3.5. Tarea 5 (tantas hs)

Cantidad total de horas: (tantas hs)

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 hs.

## 7. Diagrama de Activity On Node

Armaz el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:



Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

## 8. Diagrama de Gantt

Utilizar el software Ganttter for Google Drive o alguno similar para dibujar el diagrama de Gantt.

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre las cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + *plugins*. En el siguiente link hay un tutorial oficial:  
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.  
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete *pgfgantt*  
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la “tabla” del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).  
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.  
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 3, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*. En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

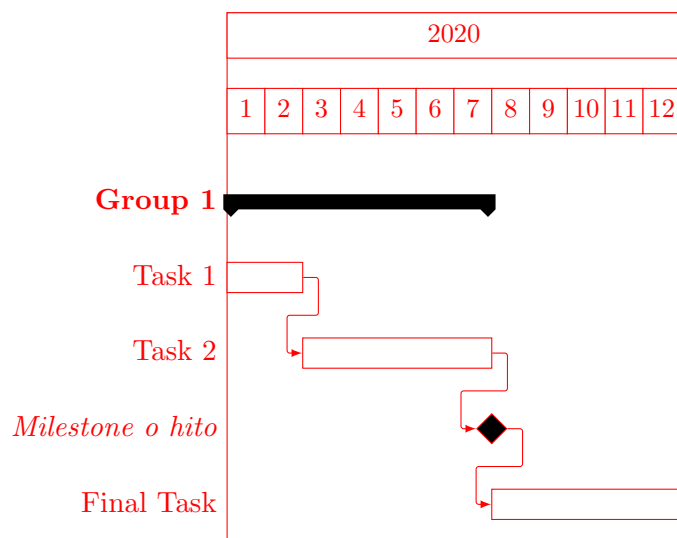


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

## 9. Matriz de uso de recursos de materiales

Página 13 de 17

## 10. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

**IMPORTANTE:** No olvidarse de considerar los **COSTOS INDIRECTOS**.

| COSTOS DIRECTOS   |          |                |             |
|-------------------|----------|----------------|-------------|
| Descripción       | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
|                   |          |                |             |
|                   |          |                |             |
|                   |          |                |             |
|                   |          |                |             |
| SUBTOTAL          |          |                |             |
| COSTOS INDIRECTOS |          |                |             |
| Descripción       | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
|                   |          |                |             |
|                   |          |                |             |
|                   |          |                |             |
| SUBTOTAL          |          |                |             |
| TOTAL             |          |                |             |

## 11. Matriz de asignación de responsabilidades

Establecer la matriz de asignación de responsabilidades y el manejo de la autoridad completando la siguiente tabla:

| Código WBS | Nombre de la tarea | Listar todos los nombres y roles del proyecto |                                   |                             |  |
|------------|--------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|--|
|            |                    | Responsable<br>Marcelo Castello               | Orientador<br>Nombre del Director | Equipo<br>Nombre de alguien | Cliente<br>Secretaría de Salud Pública |
|            |                    |   |                                   |                             |  |
|            |                    |   |                                   |                             |  |
|            |                    |   |                                   |                             |  |

Referencias:

- P = Responsabilidad Primaria
- S = Responsabilidad Secundaria
- A = Aprobación
- I = Informado
- C = Consultado

Una de las columnas debe ser para el Director, ya que se supone que participará en el proyecto. A su vez se debe cuidar que no queden muchas tareas seguidas sin “A” o “I”.

Importante: es redundante poner “I/A” o “I/C”, porque para aprobarlo o responder consultas primero la persona debe ser informada.

## 12. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como  $RPN=S \times O$ )

| Riesgo | S | O | RPN | S* | O* | RPN* |
|--------|---|---|-----|----|----|------|
|        |   |   |     |    |    |      |
|        |   |   |     |    |    |      |
|        |   |   |     |    |    |      |
|        |   |   |     |    |    |      |
|        |   |   |     |    |    |      |

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a...

Nota: los valores marcados con (\*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

### 13. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.

Verificación y validación:

- Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
- Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, mediciones, etc.

### 14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

| PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO |           |           |            |                      |             |
|-----------------------------------|-----------|-----------|------------|----------------------|-------------|
| ¿Qué comunicar?                   | Audiencia | Propósito | Frecuencia | Método de comunicac. | Responsable |
|                                   |           |           |            |                      |             |
|                                   |           |           |            |                      |             |
|                                   |           |           |            |                      |             |
|                                   |           |           |            |                      |             |
|                                   |           |           |            |                      |             |

### 15. Gestión de compras

En caso de tener que comprar elementos o contratar servicios: a) Explique con qué criterios elegiría a un proveedor. b) Redacte el Statement of Work correspondiente.

### 16. Seguimiento y control

Para cada tarea del proyecto establecer la frecuencia y los indicadores con los se seguirá su avance y quién será el responsable de hacer dicho seguimiento y a quién debe comunicarse la situación (en concordancia con el Plan de Comunicación del proyecto).

El indicador de avance tiene que ser algo medible, mejor incluso si se puede medir en % de avance. Por ejemplo, se pueden indicar en esta columna cosas como “cantidad de conexiones ruteadas” o “cantidad de funciones implementadas”, pero no algo genérico y ambiguo como “%”, porque el lector no sabe porcentaje de qué cosa.



| SEGUIMIENTO DE AVANCE |                          |                                |                      |  |                    |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------|--|--------------------|
| Tarea del WBS         | Indicador de avance      | Frecuencia de reporte          | Resp. de seguimiento | Persona a ser informada                          | Método de comunic. |
| 1.1                   | Fecha de inicio          | Única vez al comienzo          | Marcelo Castello     | Secretaría de Salud Pública, Nombre del Director | email              |
| 2.1                   | Avance de las sub-tareas | Mensual mientras dure la tarea | Marcelo Castello     | Secretaría de Salud Pública, Nombre del Director | email              |

| SEGUIMIENTO DE AVANCE |                     |                       |                      |                         |                    |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Tarea del WBS         | Indicador de avance | Frecuencia de reporte | Resp. de seguimiento | Persona a ser informada | Método de comunic. |
|                       |                     |                       |                      |                         |                    |
|                       |                     |                       |                      |                         |                    |
|                       |                     |                       |                      |                         |                    |
|                       |                     |                       |                      |                         |                    |
|                       |                     |                       |                      |                         |                    |

## 17. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.