



**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:

Juan José Salerno (Dirección de Bioingeniería)

*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>)	10
5. Entregables principales del proyecto	10
6. Desglose del trabajo en tareas	10
7. Diagrama de Activity On Node	12
8. Diagrama de Gantt.	12
9. Matriz de uso de recursos de materiales	13
10. Presupuesto detallado del proyecto	15
11. Matriz de asignación de responsabilidades	15
12. Gestión de riesgos	16
13. Gestión de la calidad	17
14. Comunicación del proyecto	17
15. Gestión de compras	17
16. Seguimiento y control.	17
17. Procesos de cierre	18

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

Edgardo Marino
Municipalidad de Rosario

Juan José Salerno
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, aseguran las condiciones legales, minimizan los riesgos y garantizan 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, quien eventualmente, nos ofrece un portal para poder hacer una visualización, 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 procesamiento 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.

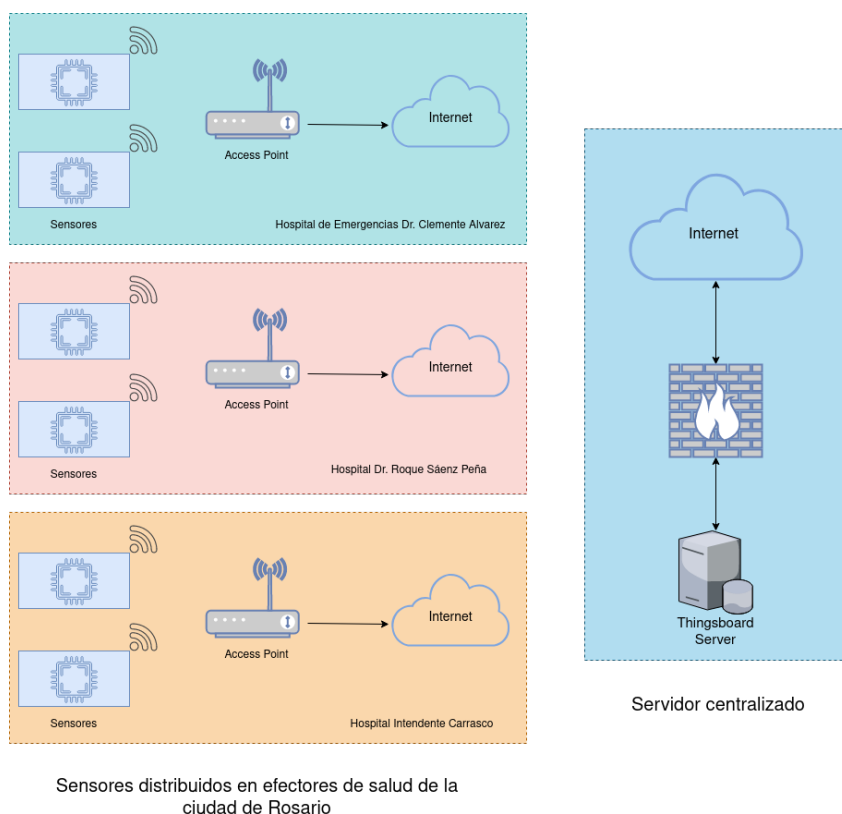


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

Identificación y análisis de los interesados

■ Colaboradores

Roberto Collelo, resulta de valiosa ayuda en el desarrollo del firmware de los sensores.

Silvana Pereyra, su intervención será desde el lado usuarios, ya que se muestra como una facilitadora para la implementación del sistema.

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Edgardo Marino	Municipalidad de Rosario	Director de Bioingeniería
Impulsor	Roberto Collelo	Secretaría de Salud Pública	Sub Director de Bioingeniería
Responsable	Marcelo Castello	FIUBA	Alumno
Colaboradores	Roberto Collelo Silvana Pereyra	Secretaría de Salud Pública Dirección Centros de Salud	Sub Director de Bioingeniería
Orientador	Juan José Salerno	Dirección de Bioingeniería	Director Trabajo final

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 partes fundamentales para que sea capaz de tener una vigilancia de temperatura de al menos 4 heladeras pertenecientes a distintos efectores de salud de la ciudad de Rosario. Para ello se desarrollarán y producirán las placas de circuito impreso para los sensores de temperatura, se integrarán en una caja plástica para poder ser colocados en el equipamiento a monitorear.

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.

Se configurarán reglas en la dashboard para comparar las temperaturas de los dispositivos con sus rangos para así originar las alarmas y enviar las notificaciones.

Se instalará una base de datos en el servidor central donde se almacenarán las temperaturas, y las configuraciones del sistema.

Se configurarán en la dashboard paneles para que proporcionen información de temperatura y estado para cada dispositivo conectado al sistema.

Las notificaciones de alarmas se harán por medio de la red Telegram, configurando un canal para cada efector/área.

El presente proyecto no incluye la provisión de la infraestructura de transporte de datos, esto es, los equipos para puntos de acceso a internet y 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°). Los sensores no almacenarán los valores de temperaturas en memorias externas tipo SD ni en la memoria interna del microcontrolador. Los sensores no usarán baterías para su funcionamiento.

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.
- Para la puesta en producción, 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

Se presentan a continuación los requerimientos del proyecto, los mismos están presentados en funcionales y no funcionales, donde los ítems de cada requerimiento están priorizados por orden de aparición.

Estos requerimientos se obtuvieron por:

- Relevamiento de las expectativas de los usuarios.
- Relevamiento de las condiciones impuestas por el cliente.
- Estudio de los elementos electrónicos disponibles en el mercado local y extranjero.
- Ordenanza de contabilidad de la Municipalidad de Rosario.

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. Filtro activo de la entrada de temperatura.
- 1.5. Incorporación de leds de conexión y rango.

2. Requerimientos del software de los sensores

- 2.1. Conjunto de parámetros que identifiquen de forma unívoca el sensor dentro del sistema.
- 2.2. Almacenamiento en memoria no volátil de los parámetros.
- 2.3. Procesamiento de los valores de temperatura: muestreo cada segundo y promediado cada 600 segundos.
- 2.4. Configuración de parámetros específicos del sensor vía página web.
- 2.5. Actualización remota del firmware.

- 2.6. Capacidad de conectar distintos modelos de sensores de temperatura.
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 al sistema de visualización con usuario y contraseña.
 - 3.3. Acceso a la página web del sensor con usuario y contraseña.
4. Requerimientos del cliente
 - 4.1. Existencia de roles para distintos usuarios.
 - 1) Rol Administrador: podrá dar alta a usuarios y cambiar sus roles.
 - 2) Rol Jefe: podrá cambiar parámetros, visualizar series de tiempo y recibir alertas.
 - 3) Rol Operador: Sólo podrá visualizar series de tiempo y recibir alertas.
 - 4.2. El sistema deberá prever la incorporación de otras variables a monitorear, que serán materia de desarrollos futuros de sensores.
 - 4.3. Visualización de paneles basados en estructura jerárquica geográfica de la empresa.
 - 4.4. Escalabilidad en la implementación de nuevas áreas a monitorear.
5. Requerimientos del sistema de visualización
 - 5.1. Visualización de la temperatura.
 - 5.2. Visualización del estado del dispositivo. (online/fuera de rango)
 - 5.3. Visualización de la fecha y hora de la última telemetría enviada al servidor.
 - 5.4. Visualización y configuración de los parámetros de alertas (rangos de temperatura).
 - 5.5. Visualización rápida de los sensores fuera de rango mediante plano en pantalla del área.
 - 5.6. Visualización del histórico de alarmas.
 - 5.7. Visualización mediante gráficas de la evolución de las temperaturas en el dominio del tiempo con entorno configurable.
 - 5.8. Visualización del lugar de emplazamiento del dispositivo.
6. Requerimientos de las alarmas
 - 6.1. Dispensación de las alarmas por efector/área.
 - 6.2. Notificaciones ante desplazamientos de la temperatura por encima del rango.
 - 6.3. Notificaciones ante desplazamientos de la temperatura por debajo del rango.
 - 6.4. Notificaciones ante desconexiones del dispositivo sensor.
 - 6.5. Notificaciones ante recupero de la conexión del dispositivo sensor.
7. Requerimientos de compras
 - 7.1. Gestión de compras directas para elementos con presupuesto menor a \$10.000.
 - 7.2. Posibilidad de realizar compras en el exterior.
8. Requerimientos de normativas
 - 8.1.
 - 8.2.

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

- Manual de uso
- Diagrama esquemático
- 4 placas de PCB sensores de temperatura con el firmware instalado y configurado.
- Imagen del servidor central con todos los servicios, programas y configuraciones correspondientes.
- 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. Aprendizaje uso de Thingsboard
 - 1.2. Relevamiento
 - 1.3. Selección de efectores donde colocar los proptotipos
 - 1.4. seleccion de usuarios que harán las pruebas del prototipo
 - 1.5. charlas de sensibilización con los usuarios seleccionados
2. Desarrollo del circuito electrónico y PCB del sensor
 - 2.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 2.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 2.3. Tarea 3 (tantas hs)
3. Desarrollo del firmware del sensor
 - 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)
- 4. Instalación y configuración del sistema operativo del servidor central
 - 4.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 4.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 4.3. Tarea 3 (tantas hs)
 - 4.4. Tarea 4 (tantas hs)
 - 4.5. Tarea 5 (tantas hs)
- 5. Instalación y configuración de la dashboard en el servidor central
 - 5.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 5.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 5.3. Tarea 3 (tantas hs)
 - 5.4. Tarea 4 (tantas hs)
 - 5.5. Tarea 5 (tantas hs)
- 6. Gestión de las notificaciones
 - 6.1. creación de canales en Telegram
 - 6.2. instalación de app telegram en usuarios seleccionados para prueba
 - 6.3. Tarea 3 (tantas hs)
 - 6.4. Tarea 4 (tantas hs)
 - 6.5. Tarea 5 (tantas hs)
- 7. Verificación de todas las funcionalidades
 - 7.1. Verificación del cumplimiento de los requerimientos
 - 7.2. instalación de app telegram en usuarios seleccionados para prueba
 - 7.3. Tarea 3 (tantas hs)
 - 7.4. Tarea 4 (tantas hs)
 - 7.5. 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

Armar 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 Gantter 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.

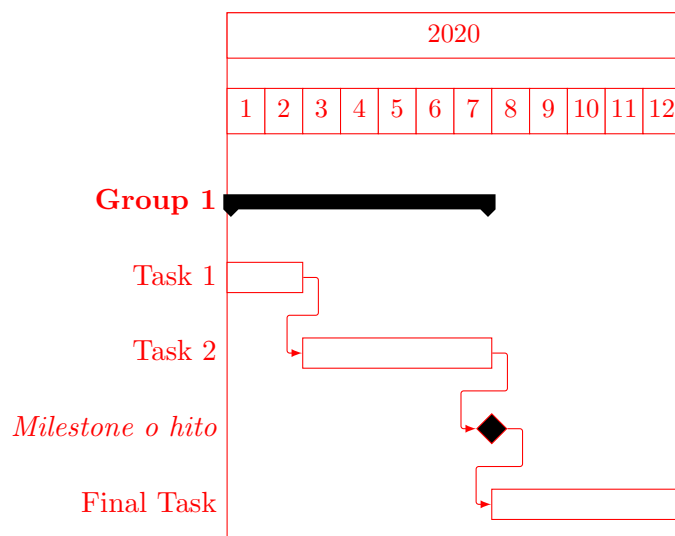


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

9. Matriz de uso de recursos de materiales

Página 14 de 18

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	Orientador	Equipo	Cliente
		Marcelo Castello	Juan José Salerno	Nombre de alguien	Edgardo Marino

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	Edgardo Marino, Juan José Salerno	email
2.1	Avance de las sub-tareas	Mensual mientras dure la tarea	Marcelo Castello	Edgardo Marino, Juan José Salerno	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.