

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN  
PARA AUMENTAR EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO EN LOS  
TIEMPOS DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE LA  
EMPRESA GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO S.A.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional  
de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**Autor:**

David Alexander Lara Saldaña

Asesor:

Mg. Ing. Fernando Páez Espinal  
<https://orcid.org/0000-0001-6666-1205>

Lima - Perú

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN EJECUTIVO .....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	18
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	95
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	101
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS.....	110

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Autorizaciones y Licencias .....	13
Tabla 2. Principales Accionistas .....	14
Tabla 3. Empleados de la Organización.....	17
Tabla 4. Cantidad Mensual de Emergencias .....	39
Tabla 5. Resultado de los Indicadores de la Gestion de Atencion de Emergencias.....	45
Tabla 6. Situacion Actual de Resultados de Indicadores de Cumplimiento .....	45
Tabla 7. Poblacion de Eventos de Emergencias.....	48
Tabla 8. Muestra de Eventos de Emergencias .....	49
Tabla 9. Poblacion – Muestra de Eventos de Emergencias .....	50
Tabla 10. Cumplimiento en Tiempo de Atencion de Emergencias .....	61
Tabla 11. Etapas de Fuera de Hora del Tiempo de Atencion.....	62
Tabla 12. Causas Inmediatas de Fuera de Hora del Tiempo de Atencion de Emergencias .	62
Tabla 13. Zonas y Sectores del Sistema de Distribucion.....	67
Tabla 14. Tabla de Coordenadas Limites de Zona.....	73
Tabla 15. Matriz de Tiempos de Desplazamiento de Zona.....	75
Tabla 16. Distrubucion de Recursos Según Zonas y Rango Horario.....	75
Tabla 17. Cumplimiento de Demanda de Emergencias por Rango Horario.....	76
Tabla 18. Poblacion de Eventos de Emergencias.....	78
Tabla 19. Cuadro Resumen de Factores de Incumplimiento .....	80
Tabla 20. Tabla de Coordenadas Zona 13 - Posterior a la Simulación.....	87
Tabla 21. Matriz de Tiempos de Desplazamiento de Zona 13 – Posterior a la Simulación	87
Tabla 22. Tabla de Cuadrillas existentes y Nuevas.....	90

Tabla 23. Tabla de Frecuencia de Emergencias Según Rango Horario .....	92
Tabla 24. Distribucion de Recursos Posterior a la Implementacion .....	93
Tabla 25. Tabla Resumen de Propuestas de Solucion.....	94
Tabla 26. Costos de Implementacion de Modelo de Optimizacion .....	95
Tabla 27. Analsis VAN - TIR .....	96
Tabla 28. Indicadores de Tiempo de Atencion y Llegada Posterior a la Implementacion ..	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama General de Cálidda .....	16
Figura 2. Indicador de Tiempo de Atención de Emergencias (ST).....	31
Figura 3. Indicador de Tiempo de Contencion de Emergencias (TC) .....	31
Figura 4. Diagrama de Gantt de la Planificacion y Ejecucion de Actividades .....	37
Figura 5. Indicador de Tiempo de Atencion de Emergencias (ST).....	40
Figura 6. Indicador de Tiempo de Contencion de Emergencias (TC) .....	41
Figura 7. Historico Mensual de Tiempos Promedio de Llegada.....	42
Figura 8. Historico Mensual de Tiempos Promedio de Contencion .....	43
Figura 9. Acta de Atencion de Emergencias.....	51
Figura 10. Indicadores y Etapas del Proceso de Atencion de Emergencias.....	53
Figura 11. Base de Datos de Eventos de Emergecnias .....	54
Figura 12. DAP del Proceso de Atencion de Emergencias.....	56
Figura 13. Correlacion Tiempo de Llegada con Indicador de Tiempo de Atencion.....	57
Figura 14. Relacion Tiempo de Llegada con Indicador de Teimpo de Atencion .....	58
Figura 15. Etapas de la Atencion de Emergencias.....	59
Figura 16. Tiempos que Componen el Tiempo de Llegada.....	60
Figura 17. Diagrama de Pareto de Causas Inmediatas de Incumplimiento .....	63
Figura 18. Diagrama de Causa Efecto.....	64
Figura 19. Plano GIS del Sistema de Distribucion de Gas Natural de Lima y Callao.....	65
Figura 20. Plano de Sectores del Sistema de Distribucion .....	66
Figura 21. Plano de Distribucion de Zonas.....	68
Figura 22. Diagrama de Pareto de Zonas con Incumplimiento en Tiempo de Llegada.....	69

Figura 23 Diagrama de Pareto de Distritos con Incumplimiento en Tiempo de Llegada....	70
Figura 24. Plano de Sectores Según Nivel de Cumplimiento en Tiempo de Atencion .....	71
Figura 25. Plano Geografico de Extension y Limites de Zona .....	72
Figura 26. Mapa de Desplazamiento entre Puntos Limites de Zona.....	73
Figura 27. Cumplimiento de Demanda de emergencias por Rango Horario .....	77
Figura 28. Nivel de Cumplimiento en Tiempo de Atencion por Rango Horario.....	78
Figura 29. Metodo de Centro de Gravedad.....	82
Figura 30. Mapa de Simulacion de Desplazamiento .....	84
Figura 31. Mapa de Simulacion de Desplazamiento entre puntos Limites de Zona.....	85
Figura 32. Mapa de Extension de Areas o Zonas Antes y Despues de la Simulacion.....	86
Figura 33. Mapa de Distribucion de Nuevas Zonas .....	88
Figura 34. Demanda de Emergencias y Nivel de Cumplimiento por Rango Horario.....	92
Figura 35. Indicador de Tiempo de Atencion Posterior a la Implementacion .....	98
Figura 36. DAP del Proceso de Atencion de Emergencias Posterior a la Implementación.	99

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional que se presenta a continuación muestra los resultados de la experiencia profesional del investigador como Ingeniero de Emergencias en el área de Centro de Gestión de Emergencias con el propósito de implementar un modelo de optimización para aumentar el nivel de cumplimiento en los tiempos de atención de emergencias de la empresa Gas Natural de Lima y Callao S.A., a partir de la situación inicial detectada; en la cual se observó un conjunto de situaciones relacionadas con la gestión en la atención de emergencias que afectaban el cumplimiento regulatorio en relación a los tiempos de atención de emergencias. Entre las situaciones encontradas, se observó la falta de herramientas para la gestión y un inadecuado planeamiento estratégico para la atención de emergencias. La implementación se realizó durante 2 meses. Durante la experiencia se puso en práctica los conocimientos, herramientas y actividades provistas por los diversos enfoques de la Ingeniería Industrial para el logro de mejoras dentro de la organización el cual fue el principal aporte del investigador a la empresa, permitiendo poder lograr incrementar el nivel de cumplimiento en tiempos de atención de emergencias en un 11% (de 73% a 84%) y reducir el tiempo promedio de llegada en un 20% (de 33 minutos a 27 minutos); además de una reducción por penalidades estimados en S/. 7,360,000,00 anua en gestión de actividades de atención de emergencia en la organización.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Alfredo Víctor Laguna Urdanivia, E. O. (2019). *PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE ATENCIÓN EN EL SERVICIO DE EMERGENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS*. Obtenido de [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2523/Alfredo\\_Tesis\\_Maestria\\_2019.pdf?sequence=1](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2523/Alfredo_Tesis_Maestria_2019.pdf?sequence=1)
- Avello, S. Z. (2013). *MEJORA AL PROCESO DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS Y SIMULACIÓN*. Santiago de Chile.
- Cálidda. (2021). *Memoria Anual 2021*. Obtenido de <https://www.calidda.com.pe/media/2u4c0ipb/memoria-anual-calidda-2021-vf.pdf>
- Germán Domínguez Bocanegra, A. R. (2016). *Didáctica y aplicación de la administración de operaciones contaduría y Administración*. Instituto Mexicano de Contadores Públicos S.A.C.
- Nicolás L., A. A. (s.f.). *Intervención psicológica en situaciones de emergencias y desastres*. Victoria: 2000.
- OSINERGMIN. (2008). *TUO del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos D.S. N° 042-99-EM*. Obtenido de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/DS-040-2008-EM.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/DS-040-2008-EM.pdf)

OSINERGMIN. (Agosto de 2011). *Plan de Contingencias, Normatividad y Cumplimiento*.

Obtenido de

[http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/PlandeContingencia\\_Agosto11.pdf](http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/PlandeContingencia_Agosto11.pdf)

OSINERGMIN. (2015). *Norma de Calidda de Servicios de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos RDC N.306-2015-OS/CD*. Obtenido de

[https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/RCD%20N%C2%B0%20306-2015-OS.CD.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/RCD%20N%C2%B0%20306-2015-OS.CD.pdf)

RAMÍREZ, N. D. (2019). *MODELO DE CENTROS DE GRAVEDAD Y ASIGNACIÓN POR CLUSTERS PARA PUNTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LÍQUIDOS DE CONSUMO HUMANO EN BOGOTÁ*. Obtenido de

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11929/MONOGRAFIA%20LOGISTICA%20NICOLAS%20DIAZ%20RAMIREZ%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Roberto CARRO PAZ, D. G. (2015). *Adminsitración de las Operaciones*. Mar del Plata.

Rosales, G. A. (Abril de 2016). *CASO DE ESTUDIOS: METROGAS, GESTIÓN DE EMERGENCIA*. Obtenido de

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/138282/Caso%20de%20Estudios%2c%20Metrogas%2c%20Gestion%20de%20Emergencia..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SIE. (24 de Mayo de 2019). *Diagnóstico de empresa, Planificación Estratégica, Sistemas de*

*Gestión*. Obtenido de <https://www.siexito.com/2019/05/24/como-hacer-un-diagnostico-de-empresa-de-manera->

