

Optimización del proceso de manejo de materiales desde la solicitud hasta la entrega en proyectos de construcción

Juan F. Cabreja de la Cruz | Estudiante: 58176
Asesor: Dr. Héctor J. Cruzado, PhD, PE
Maestría en Ingeniería Gerencial
Graduate Project EXPO, Mayo 2026

RESUMEN

La gestión ineficiente de materiales en programas de construcción dispersos genera atrasos, errores y sobrecostos que comprometen el cronograma del proyecto. Este estudio aplicó la metodología DMAIC para optimizar el proceso de solicitud y entrega de materiales del Programa de Reconstrucción del PRDOH, el cual opera con 80 casos activos en 15 municipios. El análisis inicial identificó que el 71% de las solicitudes se procesaban mediante canales informales, con un tiempo promedio de 4.3 días en casos con atraso y un 46% de casos superando el criterio de tres días. A partir del criterio base de cinco días, se estableció como meta una reducción mínima del 30%, con criterio de éxito de tres días o menos. Se estandarizó el flujo mediante un formulario digital y se implementó Smartsheet como plataforma centralizada. En los 43 casos procesados bajo el nuevo flujo, el tiempo promedio se redujo a 1.8 días, una reducción del 58%, con un 97% de cumplimiento.

INTRODUCCION

SC	Subcontratista Identifica la necesidad y genera la solicitud
GC	Gerente de construcción Procesa, aprueba y emite la orden al suplidor
SP	Suplidor Confirma, prepara y entrega materiales in sitio

PROBLEMA IDENTIFICADO

El proceso operaba mediante canales informales — WhatsApp (71%), teléfono (25%), papel (4%) — generando falta de visibilidad, ausencia de trazabilidad e inconsistencias en la transmisión de requerimientos al suplidor.

CAUSAS PRINCIPALES DE ATRASO

Errores en órdenes de compra	16%
Falta de aprobación del GC	16%
Espera por respuesta del suplidor	14%
Órdenes de compra incompletas	14%

Estas 4 causas = 60% de los atrasos. Deficiencias internas, no factores externos.

METODOLOGÍA DMAIC

D	DEFINIR Evaluación del flujo actual mediante entrevistas al equipo, subcontratistas y suplidores. Documentación de métodos en uso: WhatsApp, teléfono, papel y correo.
M	MEDIR Registro de datos en 80 casos activos (15 municipios). Método de solicitud y fechas etapas E1–E5. Tiempo base: 5 días. Meta: ≤ 3 días (reducción $\geq 30\%$).
A	ANALIZAR Causa raíz: alto volumen de información en WhatsApp + falta de visibilidad interna. No escasez de materiales ni problemas logísticos externos.
M	MEJORAR Formulario digital en Smartsheet con campos obligatorios por actor. Roles definidos: subcontratista genera, GC aprueba, suplidor confirma. PO documentada al cierre.
C	CONTROLAR Métricas para monitorear el cumplimiento del objetivo de entrega en ≤ 3 días. Seguimiento a los casos activos para verificar el desempeño del nuevo flujo.

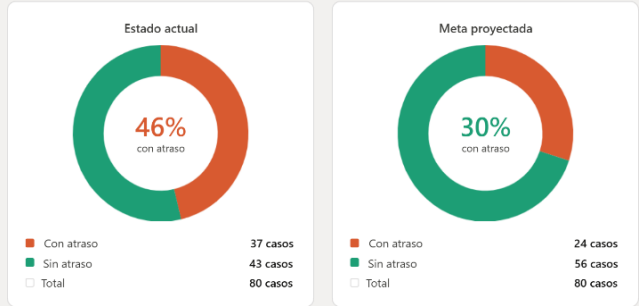


Figura 1
Distribución de Casos con Atraso en la Entrega de Materiales: Estado Actual vs. Meta Proyectada

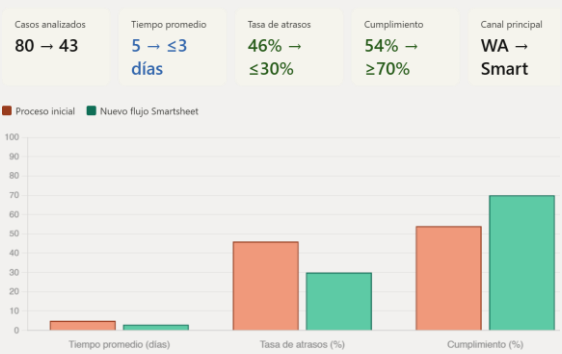
SOLUCIÓN IMPLEMENTADA

WhatsApp fue sustituido por Smartsheet como plataforma centralizada. Al completarse el formulario digital, se emite un PO documentado al suplidor y al subcontratista, garantizando trazabilidad completa del proceso.

MIT Material Request Report — All Subcontractors												
#	Case ID	Fecha Solicitud	Subcontratista	Testimony	STAGE	Description	Tender	Pump?	Delivery	Pickup Mun.	PO Created By	
Subcontractors — Mar 1 (3 items complete)												
1	PR-SF16-10001	04/10/26	Subcontratista 1 LLC	+1 787 200 1001	Subsential	Puentes, ventanos	LA Electrical		Delivery	María Rivera		
2	PR-SF16-10002	04/10/26	Subcontratista 2 LLC	+1 787 200 1002	Subsential	Madera, clavos	National Lumber		Delivery	Carlos López		
3	PR-SF16-10003	04/10/26	Subcontratista 3 LLC	+1 787 200 1003	Subsential	Puentes, ventanos	LA Electrical		Pickup	Carlos Rijo	Ana Martínez	
4	PR-SF16-10004	04/10/26	Subcontratista 4 LLC	+1 787 200 1004	Subsential	Vanillas	Macro Mix Concrete		Delivery	Luis Torres		
5	PR-SF16-10005	04/10/26	Subcontratista 5 LLC	+1 787 200 1005	Structure	Puentes, Madera	National Lumber		Delivery	Carlos López		
6	PR-SF16-10006	04/10/26	Subcontratista 6 LLC	+1 787 200 1006	Foundation	Puentes, ventanos	LA Electrical		Delivery	Pedro Soto		
7	PR-SF16-10007	04/10/26	Subcontratista 7 LLC	+1 787 200 1007	Structure	Losetas cerámicas	BDFVA		Delivery	María Rivera		
8	PR-SF16-10008	04/10/26	Subcontratista 8 LLC	+1 787 200 1008	Foundation	Herrigón	Macro Mix Concrete		Delivery	Carlos López		
9	PR-SF16-10009	04/10/26	Subcontratista 1 LLC	+1 787 200 1001	Subsential	Alacranes, espuma	BDFVA		Delivery	Ana Martínez		
10	PR-SF16-10010	04/10/26	Subcontratista 2 LLC	+1 787 200 1002	Final	Piscina, vallador	Sherwin-Williams		Pickup	Coamo	Luis Torres	
11	PR-SF16-10011	04/10/26	Subcontratista 3 LLC	+1 787 200 1003	Subsential	Puentes, ventanos	LA Electrical		Delivery	Carlos Díaz		
12	PR-SF16-10012	04/10/26	Subcontratista 4 LLC	+1 787 200 1004	Subsential	Bloque decorativo	Macro Mix Concrete		Pickup	San Germán	Pedro Soto	
13	PR-SF16-10013	04/10/26	Subcontratista 5 LLC	+1 787 200 1005	Subsential	Herrigón	Macro Mix Concrete		Delivery	María Rivera		
14	PR-SF16-10014	05/10/26	Subcontratista 6 LLC	+1 787 200 1006	Subsential	Alacranes electricos	LA Electrical		Delivery	Carlos López		
15	PR-SF16-10015	05/10/26	Subcontratista 7 LLC	+1 787 200 1007	Final	Losetas cerámicas	BDFVA		Pickup	Coamo	Ana Martínez	
16	PR-SF16-10016	05/10/26	Subcontratista 8 LLC	+1 787 200 1008	Subsential	Plomería, Naves	HCU Plumbing		Delivery	Luis Torres		
17	PR-SF16-10017	05/10/26	Subcontratista 1 LLC	+1 787 200 1001	Subsential	Herrigón	Macro Mix Concrete		Pickup	Carlos Rijo	Carlos Díaz	
18	PR-SF16-10018	05/10/26	Subcontratista 2 LLC	+1 787 200 1002	Foundation	Piscina, vallador	Sherwin-Williams		Delivery	Pedro Soto		
19	PR-SF16-10019	05/10/26	Subcontratista 3 LLC	+1 787 200 1003	Subsential	Puentes, Madera	National Lumber		Pickup	Carlos Rijo	María Rivera	
20	PR-SF16-10020	05/10/26	Subcontratista 4 LLC	+1 787 200 1004	Subsential	Herrigón	Macro Mix Concrete		Pickup	San Germán	Carlos López	

Figura 3
Tabla Interna de Seguimiento de Solicitudes de Materiales en Smartsheet

CONDICIÓN INICIAL Y NUEVO FLUJO



Indicador	Proceso inicial 80 casos - WhatsApp/Papel/Tel.	Nuevo flujo Smartsheet 43 casos - Plataforma digital
Tiempo promedio de entrega	~5 días	≤ 3 días (meta)
Rango de entrega	1 – 7 días	1 – 3 días (esperado)
Atrasos > 3 días	37 casos (46%)	≤ 13 casos ($\leq 30\%$)
Porcentaje de cumplimiento	54% (43 de 80)	$\geq 70\%$ (meta)
Canal principal de solicitud	WhatsApp (informal)	Smartsheet (digital)

Figura 4
Comparación de Indicadores, Metas y Resultados entre el Proceso Inicial y el Nuevo Flujo de Smartsheet

CONCLUSIONES

- El objetivo de reducción del 30% fue alcanzado y superado (58%), confirmando que la causa raíz era la ausencia de comunicación estructurada, no factores logísticos ni de inventario.
- La plataforma centralizó las órdenes, incorporó campos obligatorios y definió responsabilidades por actor, eliminando los canales informales y permitiendo visibilidad en tiempo real.
- El enfoque DMAIC es replicable en programas de construcción multi-sitio con procesos de adquisición informales, independientemente de la escala o distribución geográfica.

TRABAJOS FUTUROS

Los próximos pasos incluyen expandir el proceso estandarizado a nuevos casos del programa e integrar alertas automáticas en Smartsheet para órdenes sin respuesta dentro del plazo. A largo plazo, se busca replicar el modelo en otros programas de reconstrucción en Puerto Rico.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece al Dr. Héctor J. Cruzado, PhD, PE, por su orientación académica durante el desarrollo de este trabajo. Se reconoce también el apoyo del equipo de la gerencia en construcción, cuya colaboración en la recopilación de datos e implementación del nuevo flujo fue esencial para los resultados obtenidos.

REVISIÓN DE LITERATURA

La ausencia de comunicación estructurada en el manejo de materiales representa entre el 50–60% de los costos de productividad en obra [2]. La digitalización de procesos de adquisición es la intervención de mayor impacto en programas multi-sitio [5]. La estandarización de roles y responsabilidades es fundamental para la eficiencia operativa [6].

REFERENCIAS

- McKinsey Global Institute. Reinventing Construction. 2017.
- Almutairi et al. Impact of material supply chain. Scientific Reports, 2024.
- CII. Materials Management Implementation Manual. 2012.
- Enshassi et al. Delays and cost overruns. J. Financial Mgmt., 2009.
- Oesterreich & Teuteberg. Digitisation in construction. Computers in Industry, 2016.
- PMI. PMBOK® Guide, 7th ed. 2021.