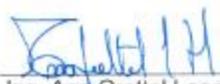


**CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE
PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, Ing. Miguel Artavia Alvarado, Ing. Luis Guillermo Araya Segura, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



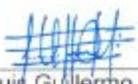
Ing. Gustavo Rojas Moya
Director



Ing. Ana Grettel Leandro Hernández.
Profesora Guía



Ing. Miguel Artavia Alvarado.
Profesor Lector



Ing. Luis Guillermo Araya Segura.
Profesor Observador

Estudio de productividad en la instalación de paredes livianas y repello en paredes de concreto armado del Nuevo Edificio de Residencias del TEC



Abstract

The research aims, collect reliable data from the Costa Rican construction, through the study methodology of work and to generate a database that can be used for the benefit of the construction industry, the study takes place in the headquarters of the Tecnológico de Costa Rica, the building of student residences for the purpose of measuring the productivity of constructive activities, which were selected according to the progress of the work.

The results of productivity serve the engineering office to generate a database of projects administered by the institution, and improve the calculation of budgets and work times.

The productivity of the installation of light walls was 46.40% and productivity in plaster reinforced concrete walls 50, 51%

Another objective was to calculate the percentage of residues that both activities

Productivity, construction, construction activities, light walls, plastering, work study.

Resumen

La presente investigación pretende recolectar datos confiables de la construcción costarricense, mediante la metodología "Estudio del Trabajo" conocida también como Work Sampling aplicada con el propósito de medir la productividad de actividades constructivas, las cuales fueron seleccionadas según el avance de la obra.

El estudio se desarrolló en la sede central del Tecnológico de Costa Rica, en el nuevo edificio de residencias estudiantiles.

La productividad de la instalación de paredes livianas fue del 46,36% y la productividad en repello de paredes de concreto armado del 50,00%. El porcentaje de los residuos generados en las actividades no superó el 2%, debido al uso correcto de los materiales lo que superó las expectativas.

Los resultados de productividad servirán a la oficina de ingeniería para generar una base de datos de los proyectos que administran, que les permita contar con información valiosa para efectos de órdenes de cambio y pagos de extras, también los datos nutrirán la investigación de optimización de materiales y mano de obra de la industria constructiva que se realiza en la Escuela de Ingeniería en Construcción.

Palabras clave: Productividad, construcción, actividades constructivas, paredes livianas, repellos, estudio del trabajo, residuos.

Estudio de productividad en la instalación de paredes livianas y repello en paredes de concreto armado del Nuevo Edificio de Residencias del ITCR.

KAROL SUSANA VÁSQUEZ CUBERO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Julio del 2016

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo.....	2
Introducción.....	4
Marco Teórico	6
Metodología	21
Resultados	25
Análisis de los resultados	45
Conclusiones.....	55
Anexos	58
Referencias	73

Prefacio

“Debe haber una toma de conciencia de la crisis, seguida de la acción, lo cual es función de la dirección.”¹

Una de las muchas funciones que debe ejecutar un ingeniero en construcción es la dirección de proyectos. Por tanto, le corresponde calificar la situación real de la obra y para esto requiere información actualizada de todas las actividades que se llevan a cabo.

El interés de las partes involucradas es tener datos reales, confiables y actualizados de la construcción, que definitivamente evoluciona de manera lenta pero segura en el uso de nuevos procesos constructivos, materiales y equipos; esto gracias a la tecnología.

Para obtener los porcentajes productivos, improductivos y contributivos se usó el método muestreo del trabajo.

Agradecida enormemente con la profesora Ana Grettel Leandro por haber asumido esta tarea de acompañamiento profesional como profesora guía, con el ingeniero Saúl Fernández, director de la oficina de ingeniería, quién confió en mi persona y asignó el edificio de Residencias Estudiantiles para el estudio, en deuda con la empresa constructora SOGEOSA-TILMON quien compartió información necesaria para el desarrollo de la investigación, por último y no menos importante reconocer la colaboración de las cuadrillas de repello de paredes de concreto armado e instalación de paredes livianas.

1 W. Eduards. (1989) Calidad, productividad competitividad a salida de la crisis .Madrid: Díaz de Santos S.A.

Resumen ejecutivo

Para que un proyecto de construcción pueda llevarse a cabo es necesario que se involucren tres elementos: materiales, mano de obra y maquinaria (ver la figura No.1). Estos no pueden ser deficientes cuando el propósito es desarrollar una construcción de calidad ya que los factores tienen repercusiones directas en el producto final, por ello se deben tomar medidas de control para tener un diagnóstico del proceso como tal.

Una buena práctica es medir la productividad en cada uno de los recursos que conforman el proyecto con el objetivo de mejorar el proceso y reducir los tiempos no productivos, sin embargo, qué medir u observar dependerá de la organización y sus intereses.

Los resultados de un estudio de productividad pueden tener usos variados; es posible, que una constructora utilice los resultados, para tomar acciones que reduzcan las actividades no productivas, es decir, aquellas que no contribuyen al aumento de ingresos, mientras que otra podría usarlos, para conocer la productividad real de cada operario.

Medir la productividad traerá sin duda múltiples beneficios a cualquier tipo de organización productiva.

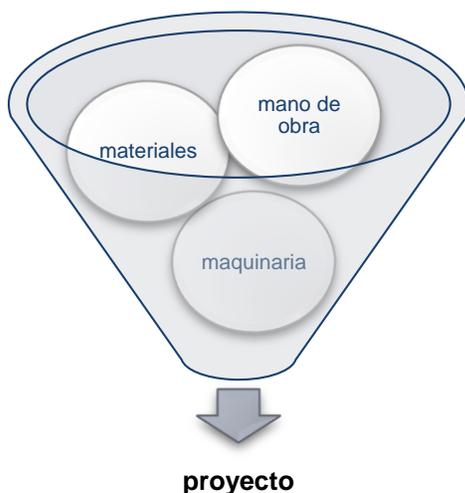


Figura No.1: Principales recursos en la construcción.

Fuente: Propia (Elaborado Microsoft Office 2007)

Este estudio se enfocó en la medición de la productividad de la mano de obra de las actividades ya mencionadas mediante el método de muestreo del trabajo conocido también como Work Sampling.

El número de observaciones se determinó con la fórmula

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 pq}{\epsilon^2}$$

P= probabilidad de encontrar una persona trabajando

q = probabilidad de encontrar una persona sin trabajar

ϵ = error en el estudio

$Z_{\alpha/2}$ = área bajo la curva normal

n = número de observaciones

La confiabilidad de los datos se consideró del 95%, lo que dio como resultado 385 observaciones para cada actividad constructiva para analizar.

El tiempo entre los recorridos en el caso de paredes livianas fue 60 minutos y en repello de paredes de concreto armado fue 30 minutos. El número de las observaciones diarias dependió principalmente del tiempo disponible para desarrollar el estudio.

La fórmula fue tomada del libro "Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo." Fue necesaria la confección de una tabla la cual se muestra en la sección de Metodología; Figura No.29; para registrar y tabular información del muestreo. Mediante el uso de iniciales se representó cada actividad productiva, contributiva y no productiva lo que redujo el tiempo de anotación.

Podría afirmarse que los métodos para medir la productividad en la construcción son pocos ya que la mayoría de mecanismos se especializan en procesos de manufactura, sin embargo, otras técnicas que pueden usarse son: Crew Balance y five minutes Rating.

Crew Balance (Balance del equipo de trabajadores)

La Técnica consiste en construir un gráfico de barras a partir de las actividades de los trabajadores en estudio, es muy útil cuando se desea estudiar la secuencia y duración de las actividades.

En el eje horizontal se ubica cada uno de los operarios, la barra vertical se construye apilando pequeñas barras que representan los elementos individuales de trabajo, la altura de cada elemento es proporcional a la cantidad de tiempo requerido. Cada barra representa una tarea diferente hecho por un subcontratista.

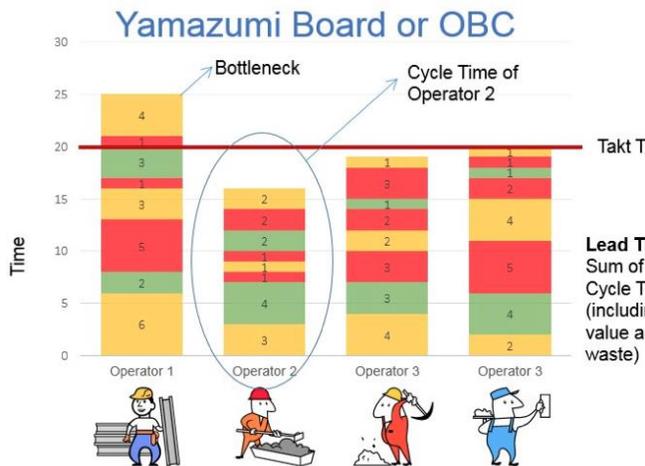


Figura No.2: Tabla del balance del equipo de trabajadores

Fuente: Lean Construction Blog

Five Minute Rating (Prueba de los cinco minutos)

El objetivo de la prueba es tomar durante 5 minutos el tiempo dedicado por un trabajador a actividades productivas, contributivas o no contributivas. La persona que realiza la medición debe contar con un cronómetro y un formato para registrar la información. La toma de la medición debe realizarse de forma aleatoria. Toda la información de la prueba debe registrarse en un formato.

Este método permite cuantificar las pérdidas de las actividades, se puede identificar los tres tiempos característicos de toda actividad de construcción: productivos (aquellos que le agregan valor a la actividad) contributivos (contribuyen a que se agregue valor) y no contributivos (pérdidas).

Fecha: Enero 12 de 2012	Hora: 8:00 AM
Actividad: Mampostería	Oficio: Ayudante
TIEMPO PRODUCTIVO 0.00 (140 segundos)	Observación: Pegando ladrillo
TIEMPO CONTRIBUTIVO 2.20 (100 segundos)	Observación: Preparando mortero
TIEMPO NO CONTRIBUTIVO 4.00 (60 segundos)	Observación: Conversando
COMENTARIOS: En el momento de la medición estaba cayendo una ligera lluvia	

Figura No. 3: Formato para la prueba de los cinco minutos

Fuente: Lean Construction Enterprise.

Las razones principales para escoger el método de muestreo de trabajo y no las técnicas antes descritas fueron las características de los procesos (contar con suficiente tiempo para realizar el estudio, tener muchos operarios por cuadrilla e involucrar varias tareas), estas hicieron que se considerara la técnica más apropiada

Finalmente, al analizar todos los datos se obtuvo una productividad de la instalación de paredes livianas del 46,40% y en repello de paredes 50,00%.

En relación con el porcentaje de los residuos que generaban las actividades, es casi imposible recabar la totalidad de los datos mediante el peso de los mismos, fue necesario acudir a los datos de la constructora Sogeosa-Tilmon sobre compra total de materiales y manejo de desechos del proyecto, también se consultó a los operarios para tener más detalle de estos.

Se debe considerar que el Banco Mundial y el Instituto Tecnológico de Costa Rica determinan en el Marco de Gestión Ambiental y Social un adecuado plan de manejo de residuos, por lo que cada proyecto contempla que la constructora a cargo de una obra debe: minimizar la producción de desechos, identificar y clasificar el desecho generado, demarcar áreas de disposición de los desechos y finalmente aplicar programas de reciclaje, esta política benefició la recolección de datos en cuanto al tema de residuos.

El objetivo principal fue medir la productividad para que la oficina de ingeniería pueda mejorar la estimación de tiempos basándose en proyectos ya ejecutados en la institución. Sin duda la productividad tiene efectos directos también en los costos de las obras, por lo que los presupuestitos también se verán beneficiados con la información que se brinde.

Introducción

El aumento de la población estudiantil del Tecnológico de Costa Rica (TEC) exigió a la institución ampliar la infraestructura del campus. La Oficina de Ingeniería, autoridad encargada de administrar dichos proyectos, se interesó en examinar cuál era la productividad de las obras en ejecución. En ese sentido se propone como objetivo general de este estudio calcular la productividad en los procesos constructivos de instalación de paredes livianas con panel cementicio y repello de paredes de concreto armado en el edificio de residencias del TEC. En el caso de los objetivos específicos; determinar factores que afectan la productividad, identificar causas que generan residuos en la instalación de paredes livianas con panel cementicio y repello de paredes de concreto y finalmente cuantificar en la medida de lo posible el porcentaje de desechos que generan las actividades de instalación de paredes livianas con panel cementicio y el repello de paredes de concreto.

Es a partir de esta necesidad, surge la investigación en el Edificio de Residencias Estudiantiles, la cual pretende brindar información confiable para una base de datos de la oficina, que contribuya a tener una visión más realista de los procesos constructivos y los factores que pueden afectar la programación y los costos especialmente para efectos de pago de extras y órdenes de cambio, tomando como referencia proyectos recientes.

El estudio de productividad dio inicio en el mes de marzo con la cuadrilla de instalación de paredes livianas, a cada uno de los operarios se les explicó del experimento.

Durante el mes de abril y mayo comienza el segundo muestreo a la cuadrilla encargada de repello en paredes de concreto armado, ambas actividades fueron escogidas según el avance del proyecto en sí.

El método aplicado para medir la productividad en ambas cuadrillas fue: "Muestreo del Trabajo" el cual consistió en observaciones en intervalos aleatorios.

La recopilación de los datos de cada una de las cuadrillas se hizo mediante un formulario de elaboración propia, que incluyó datos como, la fecha del muestreo, hora del recorrido, nombre de cada operario, ubicación dentro del edificio y la actividad que se encontraba ejecutando en el momento de la observación. Las actividades fueron nombradas con una simbología para reducir el tiempo de anotación durante el recorrido.

Una vez terminado el muestreo, las tareas anotadas en el registro fueron clasificados como: actividades productivas, actividades improductivas y actividades contributivas, para luego ser analizadas y obtener los porcentajes de cada una de ellas dentro de la actividad que se estaba analizando respectivamente.

Cada uno de estos porcentajes puede perfectamente analizarse para dividirse en otras tareas, por si se deseara tomar acciones correctivas para reducir el porcentaje improductivo.

Otro interés de la investigación era el porcentaje de residuos que podría generar cada tarea por lo que se recurrió al método más conocido y sencillo, separar los residuos y pesarlos. Así se obtuvo el peso de los materiales más representativos.

Entre las limitaciones del estudio se destacan las siguientes: las actividades seleccionadas para el estudio de productividad fueron escogidas de acuerdo al avance de la obra y se basó en la solicitud de la oficina de ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, otros procesos constructivos que se analizaron (enchape de paredes de baños e instalación de cielos) fueron suspendidos por lo que no se pudo medir la

productividad. En el caso de enchape de paredes de baños fue debido la mala calidad de los trabajos y el largo tiempo de ejecución en la obra, lo que provocó el despido de la cuadrilla y el tiempo limitado para el muestreo de repello de paredes livianas provocó que se realizaran 11 recorridos por día a diferencia del muestreo de paredes livianas, que eran 3 recorridos, lo que provocó algunas lecturas durante el receso de los operarios, lo cual no debe suceder, esto se contempló en el análisis de resultados y se descartan las mediciones no productivas

Marco Teórico

Generalidades

El nuevo edificio de residencias estudiantiles se ubica en el campus del TEC en la sede central, en la provincia de Cartago, consta de cuatro niveles, cada nivel con tres módulos, el módulo A será de habitaciones, lavandería y servicios sanitarios, el B destinado al área de cocina, comedor y estudio, finalmente el C con una distribución arquitectónica igual que el módulo A.

El proyecto consta de 12 dormitorios por piso, para dos estudiantes cada uno. El área total del proyecto es de 6532 m² incluyendo áreas complementarias. La capacidad de hospedaje que ofrecería la institución con este nuevo edificio sería de 400 estudiantes aproximadamente. Los beneficiados directos serán estudiantes con una condición socioeconómica limitada o aquellos provenientes de zonas alejadas o de difícil acceso.



Figura 4: Modelo Residencias Estudiantiles
Fuente: Oficina de Comunicación y Mercadeo

Productividad en la construcción costarricense

Mientras en Estados Unidos y Australia la cantidad de horas hombre necesarias para construir una vivienda unifamiliar es de 9.4 horas por metro cuadrado, en Costa Rica se requiere invertir de 40 a 60 horas, esto haría pensar que la baja productividad de la mano de obra es responsable de los índices, pero en realidad es necesario aclarar que la productividad está influenciada por otros factores.

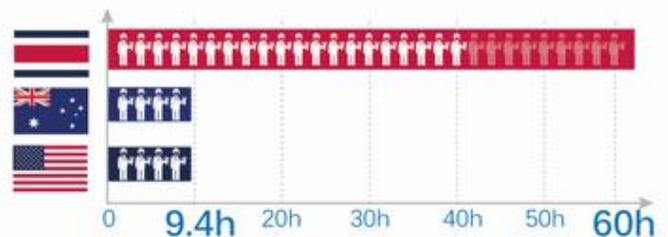


Figura 5: Mano de obra para construir una vivienda

Fuente: Bildtek

Los factores que benefician la alta productividad en otros países son la avanzada tecnología de construcción liviana y el sistema de gestión a través de subcontratistas profesionales, caso contrario, algunas causas que afectan la productividad en el país son, el elevado costo de los materiales, el alto costo de las cargas sociales, la mano de obra poco especializada, los materiales de construcción no modulares, el alto costo de insumos como la electricidad y el transporte. En general el entorno en que se desarrolla la obra con todos sus participantes.

La empresa Bildtek refleja esto en uno de sus análisis; "...en el 2005 construir una vivienda en Costa Rica costaba unos \$400 por metro cuadrado, para el 2014 rondó los \$700. Sólo la mano de obra aumentó su costo en un 80%, en ese mismo período.



Figura 6: Costo de construir vivienda
Fuente: Bildtek

A pesar de que las comparaciones con Estados Unidos no son muy alentadoras, a nivel centroamericano los números favorecen al país. La Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Económico y Social (FUNIDES) analizó, la evolución que ha tenido la productividad de los diferentes factores de producción en Nicaragua, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras. Según el estudio la productividad promedio de un trabajador costarricense es de \$13.000 anuales, seguido de los empleados salvadoreños con una productividad de \$7.700 y de los guatemaltecos con \$6.000. Hondureños son el país de menor productividad en la región con un promedio de \$4.000 anuales por cada obrero.

El informe señala además que entre 1991 y 2013 la productividad laboral promedio creció sólo 1,7% en Costa Rica, 1,4% en El Salvador, 0,6% en Nicaragua y Guatemala y 0,4% en Honduras. Esto hace pensar que la productividad es muy sensible a la situación política, económica y social de cada país, no obstante la industria constructiva de Costa Rica toma medidas para mejorar la productividad mediante la implementación de nuevas tecnologías usadas en países Europeos y con ello aumentar la competitividad.

Ejemplo de ello es que Costa Rica se convierte en el país latinoamericano con mayor construcción liviana, copiando el sistema constructivo de Australia cambiando de un proceso artesanal a un proceso industrial aportando mejor calidad, menores tiempos y costos.

² “Una productividad mayor significa hacer más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital, trabajo y tierra.” Todos los sectores de la industria necesitan mejorar la producción del bien o servicio que generan, por lo que se busca simplificar los procesos que conllevan elaborarlo sin dejar de lado la calidad de sus productos y las necesidades del cliente.

La industria constructiva no es la excepción, y en los últimos años se ha incursionado en la implementación y adaptación de filosofías de otras industrias para el mejoramiento de la productividad.

La filosofía Lean Construction

“Las compañías pueden desarrollar y distribuir productos con la mitad del esfuerzo, espacio, herramientas, tiempo y costo total.”³

El fin de esta filosofía, es optimizar los procesos involucrados durante el desarrollo de un proyecto, de una u otra forma sus principios han podido adecuarse a las características de la construcción, logrando con ello mejorar el desempeño, la calidad del producto, aumentar las ganancias, así como mejorar el entorno de trabajo.

La filosofía plantea los siguientes once principios:

1. Reducir las actividades que no aportan valor al cliente: reducir desperdicios del proceso, eliminar actividades improductivas, hablar, hacer

²E., Allmon (2000). U.S. Construction Labor Productivity Trends, 1970–1998. Journal of Construction Engineering and Management , 126, 97-104.

³ J. P., Womack, D. T., Jones & Ross. (1992). The Machine that Changed the World. Editions Rawson Associates, Macmillan Publishing Company Canadá: Collier Macmil

bromas, usar el teléfono y optimizar actividades contributivas como el acarreo de materiales.

2. Aumentar el valor del producto / servicio a partir de las consideraciones de los clientes externos / internos: El concepto de valor debe ser considerado desde el punto de vista del cliente para garantizar su satisfacción.

3. Reducir la variabilidad: mantener un estándar en los materiales, productos y mano de obra para garantizar la calidad del producto

4. Reducir el tiempo de ciclo: Este principio se relaciona como la optimización de los tiempos involucrados en la obra, con el fin de disminuir las actividades que no agregan valor.

5. Minimizar los pasos para simplificar el proceso: reducir el número de actividades en un proceso constructivo.

6. Aumentar la flexibilidad de las salidas: puede definirse como la mejora del producto sin aumentar el costo de este.

7. Aumentar la transparencia del proceso: es mejorar el control visual de la producción, la calidad y la organización del lugar del trabajo.

8. Centrarse en el proceso global: probar soluciones que mejoren el producto puede ser mediante la intervención de un proceso o varios.

9. Introducir mejoras continuas en el proceso: realizar capacitación en obra, introducir nuevos equipamientos y motivar a los trabajadores para sugerir mejoras al proceso.

10. Introducir mejoramiento continuo en los procesos: utilizar mecanismos que disminuyan el tiempo de la ejecución de una tarea.

11.- Benchmarking: Comparar las actividades realizadas con otras empresas, con el fin de identificar el desarrollo de mejores prácticas.

Los factores de la productividad

Para lograr incrementar la productividad en una empresa es necesario crear un plan de acción que reduzca los factores que la afectan. Por esto es indispensable conocer cuáles son los factores a considerar, pues afectan ya sea positivamente o negativamente el producto final.

La forma de clasificar los factores de la productividad varía según la literatura que se consulte. Es decir, cada autor hace su propia clasificación, por lo que se presentan tres enfoques, considerando aquellos que puedan aplicarse en la industria constructiva.

Autor 1: Schroeder Clasificación 1: Factores externos e internos

Son considerados como externos, aquellos que la compañía no puede controlar e internos los que sí puede controlar como el producto, proceso, inventario y calidad.

Producto: aquello que ha sido fabricado (es decir, producido). La innovación masiva de productos puede acarrear un aumento en las ventas.

Proceso: conjunto de actividades mutuamente relacionadas se convierten en productos. Seleccionar el proceso es una estrategia para incrementar o mejorar la productividad.

Inventario: es una relación detallada, ordenada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una empresa o persona. No puede hacer escasez porque afecta el avance de la obra pero tampoco el exceso, pues se pueden perder por un mal control.

Calidad: Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie, la baja calidad de productos genera en las empresas que se reduzca la calidad, pues los clientes no quieren adquirirlos.

Autor 2: Escorche et al Clasificación 2: Factores tecnológicos, factores técnico-organizativos y los factores motivacionales

Factores tecnológicos: hace referencia a los equipos o maquinaria que son partícipes en la ejecución de tareas; por ejemplo, una mezcladora de concreto, un taladro, o una compactadora.

Factores técnico-organizativos: estos factores son aquellos relacionados con la administración del proyecto, la distribución de tareas, el tamaño de las cuadrillas en fin el comportamiento de la organización su recurso humano.

Factor Motivacional: La productividad está estrechamente relacionada al estado de ánimo, de los trabajadores un empleado motivado es un operario activo, mantiene una conducta positiva está atento, despierto. Por lo que la gerencia debe enfocarse en mantener al personal satisfecho.

Autor 3: Fragachán-Kastner y Portela (F-K-P) Clasificación 3: Sistemas, recurso humano, cultura organizacional

Sistemas: según Fragachan las organizaciones tienen dos sistemas, uno llamado blando y otro duro.

El blando hace referencia a todas las personas a cargo del control y la toma de decisiones (cliente, ingenieros) por lo contrario el sistema duro es la maquinaria y las personas que manejan el conocimiento técnico para producir el producto (peones, ayudantes, operarios, instaladores, maestros de obra).

Recurso humano: personas que integran la empresa, la calidad y cualidades de la empresa son reflejadas por ello

Cultura Organizacional: valores y conducta de los empleados que adquiere la organización, manejan el conocimiento técnico para producir el producto (peones, ayudantes, operarios, instaladores, maestros de obra) políticas organizacionales, procedimientos globales, actitud hacia los cambios.

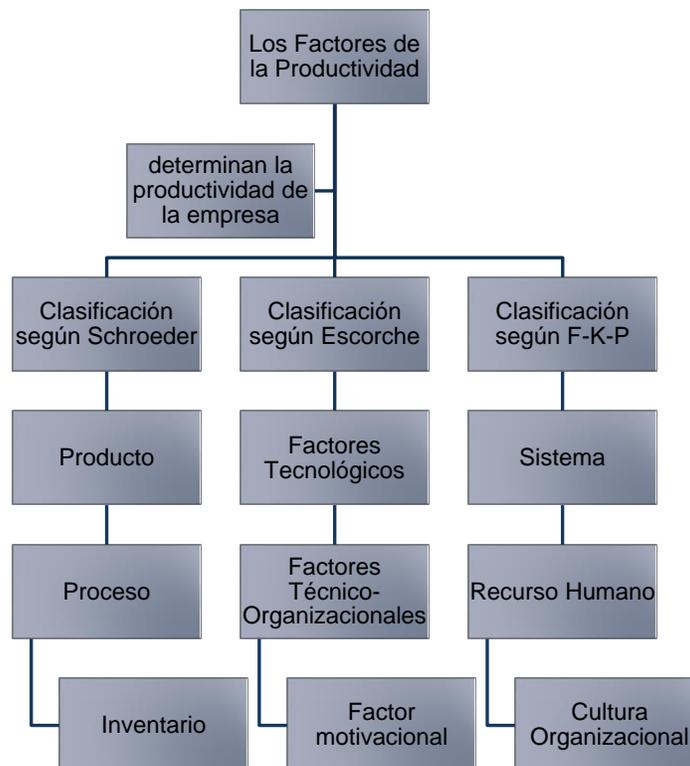


Figura No.7: Factores de la productividad

Fuente: Elaboración propia, Microsoft Office 2007

Resulta muy interesante que la clasificación 3, los factores están relacionados directamente al personal, aunque en facetas diferentes, esto significa que para F-K-P el recurso humano es indispensable y suficiente para generar el cambio y aumentar la productividad, siempre y cuando estos sean administrados de la mejor manera; puede decirse que su enfoque es más bien en aquello que se puede controlar. En cambio, para Schroeder es fundamental la situación externa más que sus trabajadores.

Sería incorrecto afirmar que un enfoque es mejor que otro, lo mejor es contemplar todas las teorías y crear una propia, pues cuantos más factores sean considerados mejor vigilancia para lograr las metas.

Podría haber ciertas similitudes entre los enfoques de los autores, considerando que algunos conceptos son los mismos pero con nombre diferente, o al menos podría interpretarse que hay factores en los que coinciden en la clasificación.

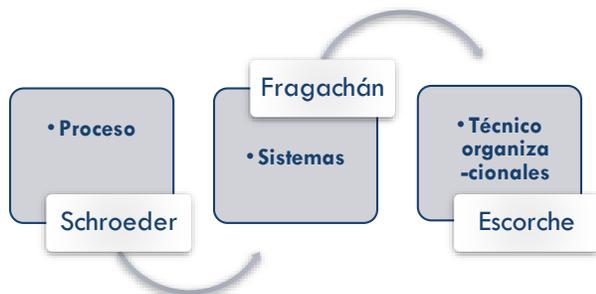


Figura No.8: Factores similares en los enfoques
Fuente: Elaboración propia, Microsoft Office 2007

La intersección de los factores que propone F-K-P determina que las cosas se están haciendo correctamente “dentro” de la empresa por consecuencia se obtendrá eficiencia, un buen clima organizacional y por último alcanzar la productividad de la organización como puede observarse esquemáticamente en la figura No.9

Eficiencia= cultura + sistema

Es la capacidad de lograr un objetivo con el mínimo de los recursos, si la cultura de la empresa es utilizar los materiales sin desperdicio y además el sistema el cual se refiere al personal tiene las herramientas para lograrlo, entonces se tiene como resultado un proceso eficiente.

Efectividad= sistema + recursos

Es lograr el resultado y para ello es necesario que los sistemas y el recurso trabajen con los mismos objetivos en el mejor de los escenarios y con un ambiente agradable para todos.

Clima organizacional= cultura + recursos

El origen está en la motivación y hace referencia al ambiente que generan los miembros de una organización. Entonces si los empleados están motivados el clima será positivo.

Productividad Organizacional= cultura + sistema + recursos

El objetivo final es productividad y según F-K-P es posible si se interrelacionan todos los factores.

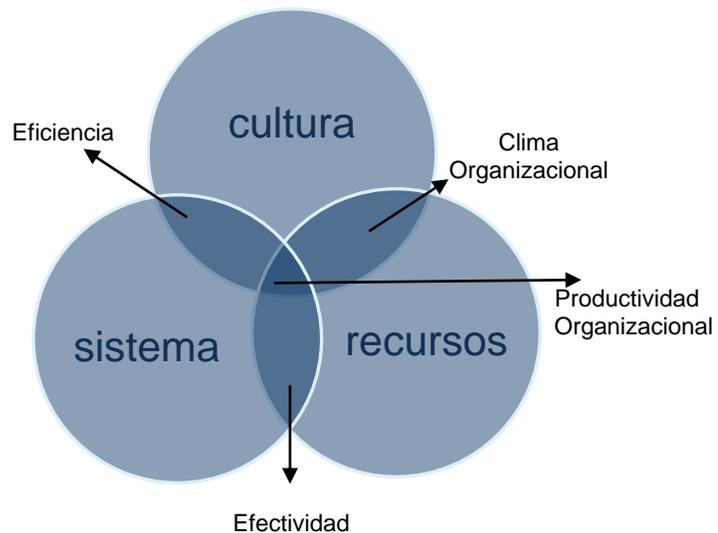


Figura No.9: Intersección de los factores según F-K-P
Fuente: Elaboración propia, Microsoft Office 2007

Nuevos Materiales en la Construcción

“Históricamente, el desarrollo y la evolución de las sociedades han estado íntimamente vinculados a la capacidad de sus miembros para producir y conformar los materiales necesarios para satisfacer sus necesidades.⁴

La innovación tecnológica sumada al compromiso del ser humano con los recursos naturales no renovables ha beneficiado la creación de nuevos materiales.

La industria constructiva no se escapa a la expansión de estos, la incorporación es lenta y no tan generalizada como sucede en otras industrias; pues históricamente la construcción es muy conservadora.

Sin embargo, materiales innovadores ganan protagonismo, especialmente cuando se ponen a prueba sus propiedades mecánicas y permiten reducir los tiempos en el proceso constructivo. Elegir el material más adecuado sigue el proceso ilustrado en la figura No. 10.

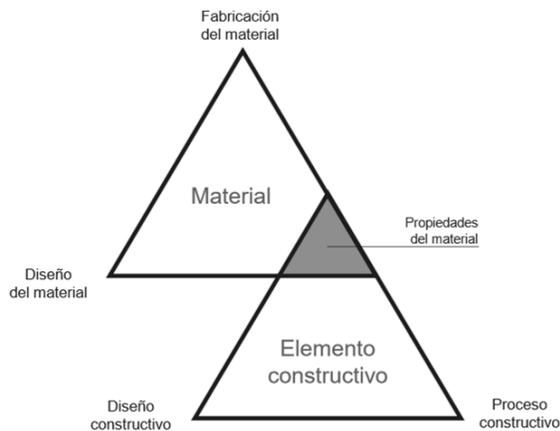


Figura No.10: Diseño y aplicación de nuevos materiales

Fuente Blog Universidad de Alcalá

Un ejemplo de estos materiales es el fibrocemento el cual, se emplea para construir paredes livianas o muros. Fue inventado por el ingeniero Austriaco Ludwig Hastcheten en el año

1900 y desde entonces es de los materiales más usados en Europa, no obstante, en Costa Rica el uso del material se ha dado a paso lento.

El fibrocemento ha tomado protagonismo en la construcción de edificios de altura destinados a oficinas, departamentos o condominios, también se usa en naves industriales y almacenes.

Es importante destacar que es un material económico y que además ha tenido un excelente desempeño ante los sismos ya que puede llegar a pesar hasta 75% menos que el sistema tradicional. Luego del terremoto ocurrido en Hanshin-Japón en el año 1995, el cual destruyó miles de viviendas, se inició un estudio en el que se comprobó el desempeño de los sistemas de construcción liviana ante terremotos. Esto sirvió para romper todo mito relacionado con la resistencia y calidad de los sistemas livianos.

Daño	Sistema convencional con bloques o ladrillos	Sistema constructivo liviano con fibrocemento
Totalmente colapsados	42%	3%
Semi-destruido daños parciales	39%	10%
Intactos	19%	82%
Total	100%	100%

Figura No.11: Resultados de investigación de Al Moslevi acerca del impacto del terremoto de Hanshin-Japón

Fuente: Plycem

Para ejemplificar el comportamiento de la construcción costarricense ante la incorporación de los materiales nuevos en la construcción de paredes se presenta la Figura No.12, publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) acerca de las construcciones realizadas durante el año 2013 por el sector privado en Costa Rica.

⁴D. William, J. Callister (2007) Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales. Barcelona: Reverté

Category	Cases		
Block concreto	14525		53.9%
Prefa	7577		28.1%
No aplica	2421		9.0%
Madera	469		1.7%
Otros	384		1.4%
Fibrolit	374		1.4%
Gypsum	310		1.2%
Hierro galvanizado	276		1.0%
Zócalo	169		0.6%
Muro seco	88		0.3%
Fibrocemento	75		0.3%
Concreto armado	57		0.2%
Block-Fibrolit	51		0.2%
Block-Madera	32		0.1%
Repello francés	31		0.1%
Ladrillos	27		0.1%
Piedra	22		0.1%
Vidrio	16		0.1%
P.V.C.	12		0.0%
Aluminio	6		0.0%
Bambú	6		0.0%
Plástico	3		0.0%
Madera-fibrolit	2		0.0%
Acrílico	2		0.0%
Playwood	2		0.0%
Contrachapa	2		0.0%
Policarbonato	1		0.0%



Figura No.12: Estadística del material de pared
Fuente: INEC

Según la publicación del INEC el 53.9% de las construcciones usaron el tradicional block mientras que el 0.3% incorporaron fibrocemento o muro seco en las paredes. A pesar que representa un porcentaje bastante bajo en relación al block, se puede predecir que el uso aumente, considerando el crecimiento acelerado de ventas que han tenido los fabricantes de fibrocemento después de la publicación del estudio realizado en Japón.

La construcción en el país vive momentos de cambios en la cultura constructiva, especialmente en el Gran Área Metropolitana ya que el 52,7% de la población del país se concentra allí y el territorio del GAM es el 3,8% del territorio nacional.

Una posible solución habitacional viable y que ha tomado popularidad, es la construcción de torres de condominios y departamentos. Según se muestra en la Figura No.13 el número total de edificio construidos para el año 2011 en el GAM fue de 44 226 y en el país fue 66 021, lo que significa que el 67% de edificios habitacionales se construyen en el GAM. Según un informe del Estado de la Nación se prevé que la demanda de condominios y departamentos irá en aumento en los próximos años, debido a la conformación de hogares jóvenes (Figura No. 14). Esto a su vez beneficiará el uso de materiales no tradicionales como el fibrocemento y los morteros modificados para la construcción de paredes.

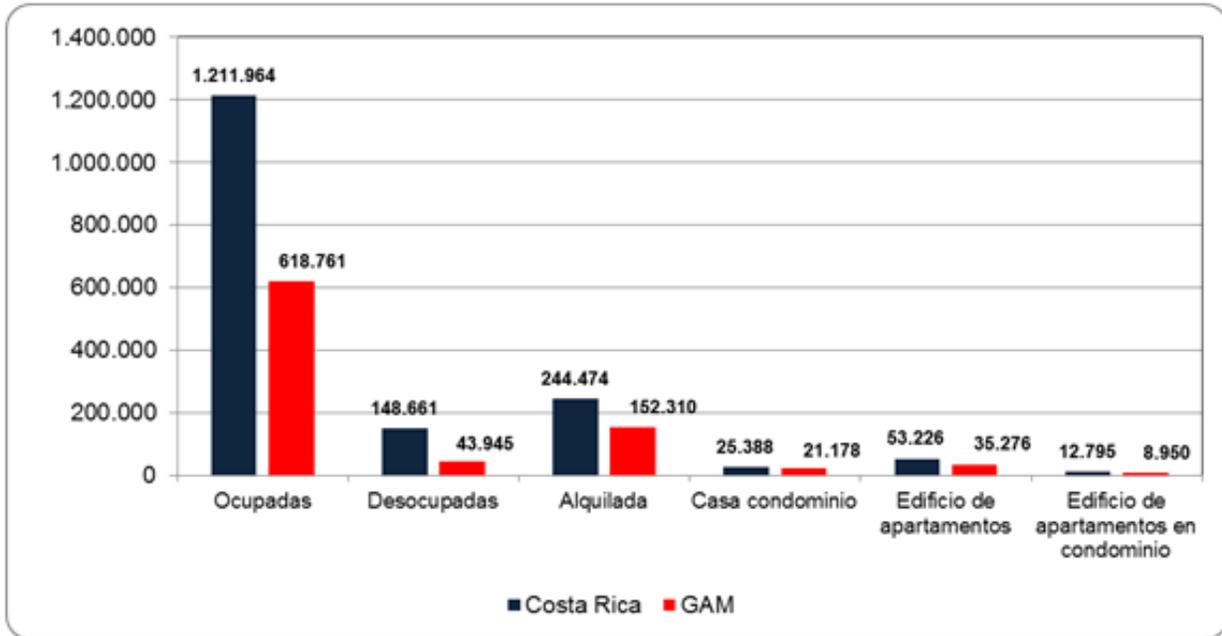


Figura No.13: Tipología de Estructuras en el GAM en 2011
Fuente: INEC

Demanda potencial de vivienda acumulada en GAM por quinquenio (2001-2030)

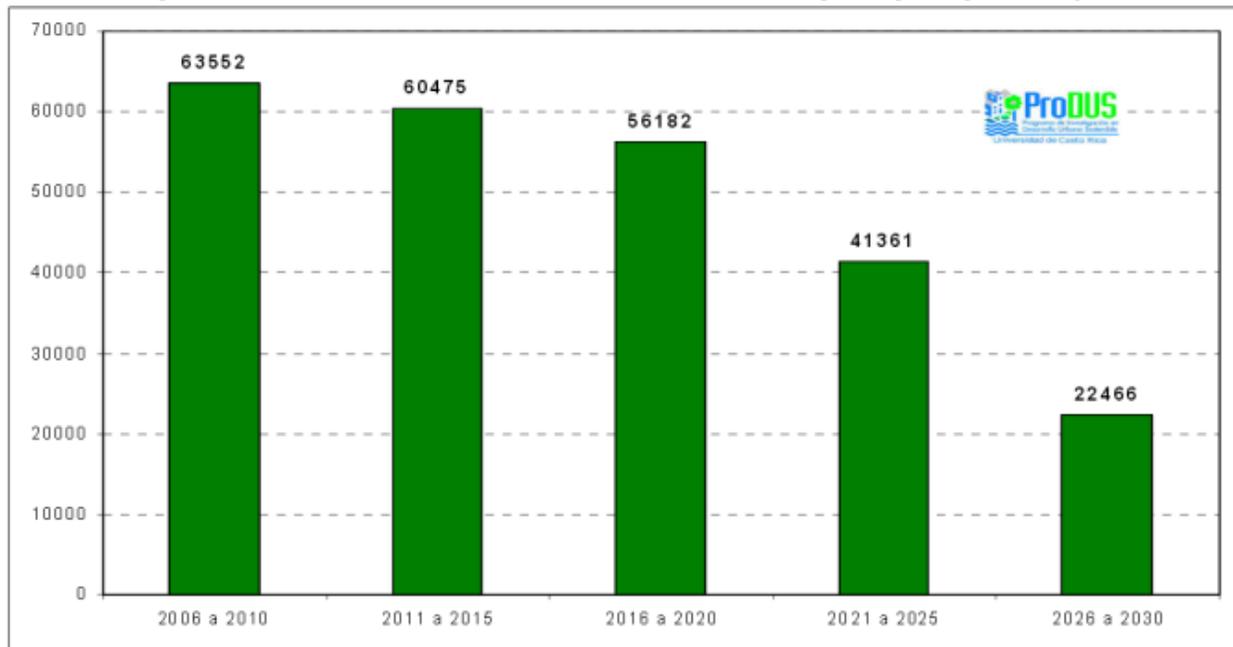


Figura No.14: Demanda de viviendas en el GAM
Fuente: Informe Estado de la Nación.

Para promover el uso de la construcción liviana ha sido necesario que las empresas que fabrican o distribuyen estos productos involucren a ingenieros, maestros de obra e instaladores en programas de formación técnica para explicarles las ventajas y desventajas de estos sistema. Mientras tanto, a los clientes meta se les ha brindado información comercial en ferias como la expo construcción, que ha funcionado para que las empresas puedan mostrar nuevos materiales.

Además algunos fabricantes recurren a construir exhibidores en sus puntos de venta y se apoyan con publicidad y folletos.

En el 2014 en Costa Rica se construyeron más de 10 millones de metros cuadrados de paredes externas, internas y cielos con sistemas de construcción liviana utilizando estructura de acero galvanizado en conjunto con láminas cementicias, de yeso, de fibrocemento, de óxido de magnesio y plywood OSB.

Algunas ventajas que ofrece la construcción liviana

1. Flexibilidad en el diseño

Desde el punto de vista arquitectónico este sistema permite que se puedan realizar remodelaciones futuras. Requieren de menos espacio por lo que las áreas libres son mayores.

2. Facilidad de instalación

Esto implica el uso de muy pocas herramientas de alto rendimiento. Por lo que lo vuelve un proceso sencillo.

3. Rapidez de ejecución

El tiempo de construcción se reduce drásticamente con respecto a la construcción tradicional, ya que varias tareas se pueden realizar en forma simultánea.

4. Menor costo

Los costos de construcción directos e indirectos como fletes, equipo, materiales se reducen respecto a la construcción tradicional.

5. Durabilidad

La estructura de acero galvanizado evita que plagas como el comején u otras plagas puedan dañarlo, requiere de poco tratamiento o cuidados.

6. Ligereza

Los sistemas tradicionales en general son más pesados que los de estructura metálica y laminados.

7. Calidad

La posibilidad de prefabricar los elementos en el taller, al pie de la obra o en el nivel que se requiera, sin poner en peligro la edificación.

8. Modularidad

Está basada en optimizar el tiempo de construcción debido a que son particiones funcionales (pieza o elemento a ensamblar) lo que las hace transportables, desarmables y reorganizables donde se requieran instalar.

9. Estandarización

En el mercado se encuentran elementos con medidas patrón las cuales permiten reducir al máximo los cortes de las piezas, con ello se reduce en residuos y tiempo de instalación.

Impacto de la mano de obra en procesos constructivos

La construcción ha tenido que aumentar la intensidad de sus operaciones e intentar sistematizar los procesos constructivos, poniendo especial atención no sólo al proceso y materiales, sino también a su fuerza laboral, como un factor relevante para el buen funcionamiento.

La obra se ve afectada por factores externos, que pueden atrasar el desarrollo, los cuales se contemplan con anterioridad para mitigar sus efectos, sin embargo, la mano de obra se ha convertido en un factor más, las rotaciones de personal afectan sin duda la productividad de la industria constructiva.

"...el termino de rotación de personal se utiliza para definir la fluctuación de personal entre una organización y su ambiente; esto significa que el intercambio de personas entre la organización y el ambiente se define por el volumen de personas que ingresan en la organización y el de las que salen de ella."⁵

Lo cual tiene un impacto directo en la empresa, ya que afecta los costos. Cada nuevo empleado debe pasar por un proceso que favorece la productividad, pero tiene sus repercusiones económicas, los costos en los que se incurren son: costo de reclutar, seleccionar, integrar, capacitar y finalmente la curva de aprendizaje, se ilustra en la figura No.15.

La rotación del personal dentro de la empresa no siempre tendrá una connotación negativa, ya que también ayuda a adquirir nuevos recursos que benefician el rendimiento y calidad de los trabajos.

Es cada vez más común que las empresas constructoras acudan al subcontrato para aminorar los problemas que enfrenta con los

procesos no tradicionales y los operarios no especializados.

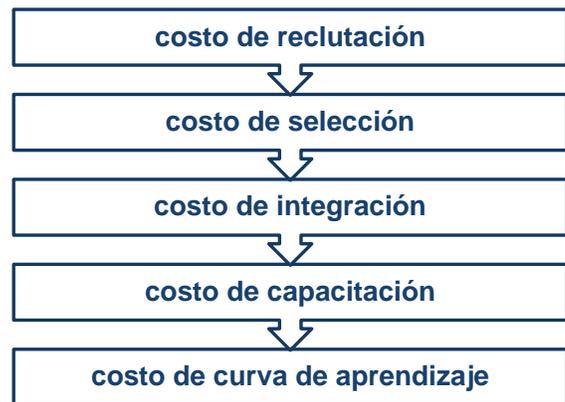


Figura No.15: Costo de nuevos empleados

Fuente: Elaboración propia, Microsoft Office 2007

Residuos en la construcción

"Se consideran desechos o residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran clasificados dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos."⁶

Los residuos generados por la construcción se deben principalmente al desperdicio de los mismos y representan un porcentaje del 30% y 40% de los desechos sólidos a nivel mundial (ver figura No. 16)

Para permitir que las generaciones futuras puedan disponer de recursos naturales se optó por la protección del medio y la gestión sostenible de residuos a nivel mundial. Para los países que se encuentran en vías de desarrollo es una tarea que

⁵ I. Chiavenato (1999) Administración de Recursos Humanos. Gengage Learnin.11ª Edición

⁶A. Leandro (2007) Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción

resulta difícil debido a la falta planificación y legislación nacional.

En los últimos años, se han creado programas bajo el concepto “manejo adecuado de los desechos”, para lograr sensibilizar a la población y por ende las industrias productivas, y así crear un cambio de cultura.



Figura No.16: Desechos sólidos a nivel mundial

Fuente: Bildtek

Tipos de residuos

Residuos inertes: son los que no presentan ningún riesgo de contaminación en aguas y suelos y que, en general, los materiales pétreos.

Residuos no peligrosos. Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.

Residuos peligrosos. Los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medio ambiente.

Tabla1: Ejemplos de residuos

Residuos inertes	Residuos no peligrosos	Residuos peligrosos
Ladrillos Tejas Azulejos Concreto endurecido Mortero endurecido	Madera Cartón Papel Metal Plástico	Pinturas Aceites Baterías Lubricantes Productos para el curado del concreto Adhesivos
		

Fuente: Elaboración Propia

Proceso de instalación de muros con panel cementicio marca Permabase

La construcción liviana ha ganado aceptación entre ingenieros y arquitectos debido a la versatilidad a la hora de diseñar y la practicidad a la hora de construir; esto ha permitido reducir los tiempos y costos.

Para llevar a cabo la instalación de paredes muros con panel cementicio "permabase" es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Trazo

Es el proceso de medir y definir el perímetro de la obra que se desea, se señalan los ejes donde luego se ubicará el perfil metálico vertical y horizontal. Es necesario contar con el plano para corroborar cualquier dimensión u orientación.

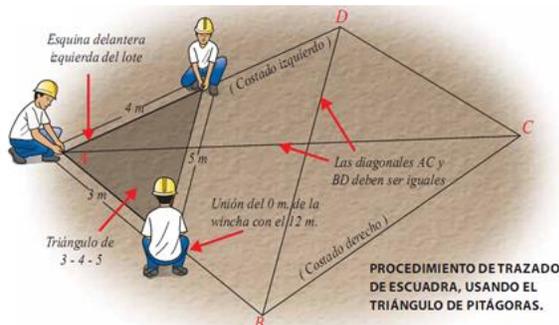


Figura No.17: Procedimiento de trazado

Fuente: Manual del maestro del constructor

2. Instalación del perfil metálico

Se basa en fijar primero los canales horizontales (track) los cuales van en el techo y el piso unidos con tornillos, posteriormente se colocan los postes (Stud) separados a 41 cm uno del otro.

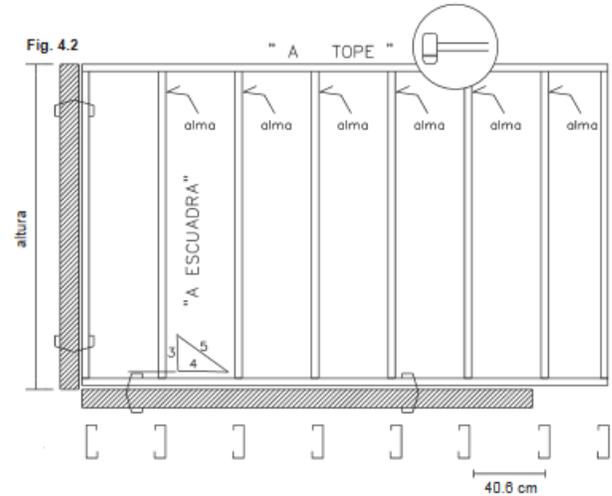


Figura No.18: Separación entre stud

Fuente: Guía de instalación de permabase

3. Instalación de permabase (forro)

Una vez armada toda la estructura metálica, horizontal y vertical, se procede al revestimiento, que consiste en fijar con tornillos espaciados a cada 20 cm las láminas de fibrocemento mejorado. Estas pueden colocarse horizontal o vertical dependiendo de las dimensiones de la pared.

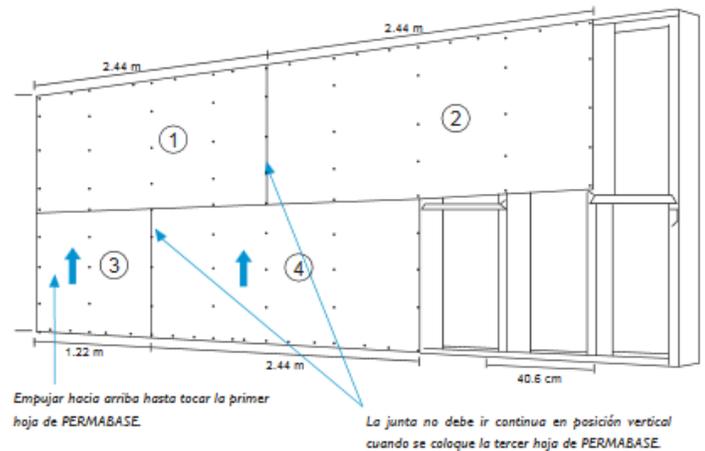


Figura No.19: Colocación del permabase

Fuente: Guía de instalación de permabase

4. Colocación de aislante

En el caso de requerir aislamiento en el interior se coloca una colchoneta de fibra de vidrio o lana mineral de 3 y ½ pulgadas de espesor.



Figura No.20: Aislante térmico de fibra de Vidrio
Fuente: Vilssa

5. Colocación de malla

Como tratamiento de recubrimiento y para mejorar las características de servicio se recomienda el uso de una fibra de vidrio para juntas. Se adhiere a la pared con un poco de la mezcla de mortero.



Figura No.21: Malla de fibra de Vidrio
Fuente: Textil umbert

6. Aplicación de mortero

24 horas después de colocar la primera capa para pegar la malla, se cubre con una segunda capa de mortero de 1.6mm de espesor aproximadamente, de esta forma quedan completamente cubiertas todas las juntas y dará un aspecto de concreto armado.



Figura No.22: Aplicación de mortero
Fuente: Textil Umbert

7. Aplicación de pasta

Con el objetivo de mejorar el acabado final de la pared antes de la pintura puede recubrirse con pasta, este paso será opcional.



Figura No.23: Revestimiento con pasta
Fuente: Textil umbert

Generalidades del repello de muros

El repello es la aplicación de capas delgadas y lisas de materiales de construcción, principalmente de una mezcla de: cemento, arena y agua, conocida como mortero. La principal función es proteger las estructuras de las condiciones atmosféricas, alargando su vida útil.

El revestimiento debe aplicarse en buenas condiciones climáticas, en cuanto a temperatura, humedad y viento. Se recomienda entre los 5 °C y 30 °C. Es necesario que cumpla las siguientes

características: adherencia, resistencia, elástico (para que no se fisure) e impermeable

Los repellos pueden clasificarse según su objetivo en:

1. Repello grueso o Resano

Tiene como función corregir los defectos del muro y producir una superficie apropiada para recibir la capa de pasta o de cualquier otro revestimiento si así se desea.

2. Repello fino

Constituye una superficie de grano fino, de aproximadamente 2 mm de espesor; es uno de los revestimientos más económicos que existen.

3. Repello rústico

La superficie de este repello no es plana, tiene cierto relieve, producto del proceso y el efecto que se busca. Es necesario el uso de una tela metálica o malla para logra el efecto, se aplica para alcanzar fines estéticos, algunos ejemplos de repellos rústicos son: Masilla, betún, estuco y escayolas.

3.1 Masilla

Está compuesto por una pasta de cal y yeso o de cal y cemento. La superficie queda completamente lisa y de bella apariencia, el problema más común con este revestimiento es la fragilidad especialmente en las aristas cuando sucede algún

golpe accidental sufre de fracturas y desprendimiento de pequeños segmentos del repello.

3.2 Betún

Repello a base de arena, cemento gris o blanco, hidrato de cal, polvo de piedra lo que lo hace diferente es que no necesita pintura e simula piedra de cantera.

3.3 Estuco

El mortero del estuco está compuesto de yeso, polvo de mármol, agua y cola disuelta, el acabado es liso impermeable, de cierta dureza, puede tener brillo o no, hay en el mercado variedad de colores, en ocasiones trata de imitar las piedras naturales.

3.4 Escayola

Este tipo de mortero emplea yesos especiales lo que hace que sea un proceso más complejo que el resto, para este trabajo es necesario mano de obra calificada, para obtener el color es necesario agregar colorante, este imita el mármol.

Figura No.24: Catálogo de Estuco

Fuente: Pinturas SUR



Proceso de repello en paredes de concreto Armado

Los pasos que se deben de seguir son los siguientes:

1. Humedecer la pared

Puede hacer uso de una manguera, aspersor u otro elemento que le facilite la tarea dependerá de la altura a la que se encuentre el muro, la cercanía a la fuente de agua y a otras características del sitio. Esto prevendrá que el mortero pierda humedad necesaria para su correcta aplicación, además favorece la calidad y durabilidad del mortero.



Figura No.25: Hidratación de muro
Fuente: Blog, El maestro de casas.

2. Hacer la mezcla de mortero

Los ingredientes para hacer una mezcla de mortero son: arena, cemento portland y agua, sin embargo, hay disponibles en el mercado sacos de mezclas ya dosificadas para reducir errores en la dosificación, esto reducido los tiempos del mezclado y la manejabilidad de la pasta.



Figura No.26: Mezcla de mortero
Fuente: Blog, El maestro de casas

3. Aplicar el revestimiento (repello)

Las capas del mortero no deben superar 1 cm de espesor, colocar más provocará desprendimiento del revestimiento al calentarse, en el caso de un repello fino es posible que con una sola capa se obtenga el acabado que se espera, por el contrario, en ocasiones los muros externos requieren de un repello grueso por el desplome y es necesario hacerlo por capas esperar que seque 24 horas para aplicar la siguiente capa.



Figura No. 27: Repello
Fuente: Blog, El maestro de casas

Metodología

Muestreo del Trabajo

Mediante la investigación y la consulta sobre el tema a profesionales de la Escuela de Ingeniería Industrial enfocada precisamente al estudio de métodos confiables para la medición de operaciones y trabajadores, se recomendó el uso del método de Muestreo de Trabajo y la literatura Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo.

El método permite que el analista pueda ver a varios trabajadores al mismo tiempo, no requiere de instrumentos de medición costosos y es de fácil aplicación; es por estas ventajas que se aplicó, para medir la productividad en: instalación de paredes livianas con pánel cementicio marca Permabase y repello de paredes de concreto.

Al tener claro el grupo y la actividad a muestrear, se calculó el número de observaciones en función de la exactitud que se deseaba de los datos (95%), mediante la fórmula anteriormente expuesta.

El siguiente paso fue comunicar y explicar a los operarios que el estudio beneficiaría sus condiciones laborales y sus procesos, que se trataba de una investigación y que su puesto no se vería afectado, se hizo para evitar estrés o presión laboral que afectaría considerablemente el resultado de la investigación.

Una vez que los trabajadores estuvieron informados del experimento, se preparó la

programación de las observaciones, usando una tabla de números aleatorios para sumar algunos minutos a las horas del muestreo y garantizar aleatoriedad en las observaciones.

El recorrido por el edificio era el mismo en cada observación, visitando cada área de trabajo donde se encontraba al operario y en un formulario se registraron las actividades.

Cuando el número de observaciones se alcanzaba entonces los datos fueron analizados y graficados para determinar los porcentajes de actividades productivas, improductivas y contributivas.

El muestreo de dos actividades constructivas brinda una idea del resto de actividades pues la problemática se repite, aunque lo óptimo sería hacer un estudio a cada actividad.

La simbología que se utilizó para registrar las actividades puede observarse en la figura No. 28 con su respectivo significado y color: verde para actividades productivas, amarillo para las contributivas y rojo para actividades no productivas

Mediante un formulario de elaboración propia con características que se mencionaron anteriormente en la introducción, se registraron las actividades observadas durante los recorridos. Ver figura No. 29.

SIMBOLOGÍA	ACTIVIDAD PRODUCTIVA
I.PER.	INSTALANDO PERMABASE
C.M.	COLOCANDO MALLA
A.R.	APLICANDO REPELLO
A.P.	APLICANDO PASTA
I.P.M.	INSTALANDO PERFIL METÁLICO
C.A.	COLOCA AISLANTE
C.P.M.	CORTANDO PERFIL METÁLICO
SIMBOLOGÍA	ACTIVIDAD CONTRIBUTIVA
M.E.T.	MOVIENDO EQUIPO DE TRABAJO
H.M.	HACIENDO MEZCLA
C.PER.	CORTANDO PERMABASE
R.H.	RECOGE HERRAMIENTA
L.H.	LIMPIANDO HERRAMIENTA
A.PER.	ALCANZANDO PERMABASE
D.I.	DANDO INSTRUCCIONES
SIMBOLOGÍA	ACTIVIDAD IMPRODUCTIVA
N.A.T.	TRABAJO
H.	HABLANDO
U.C.	USO DE TELEFONO CELULAR
E.H.	ESPERANDO HERRAMIENTA
D.L.	DIA LIBRE
E.	ESPERANDO

Figura No.28: Simbología para actividades
Fuente: Elaboración propia

Formulario para Muestreo del Trabajo								
Actividad a muestrear:								
Fecha:		Tiempo entre recorridos:			No. De personas en estudio:			
Hora del recorrido								
Ubicación de operario	nombre del operario	I muestreo	II muestreo	III muestreo	IV muestreo	V muestreo	VI muestreo	VII muestreo

Figura No.29: Formulario
Fuente: Elaboración propia

Cuantificación del peso de residuos de materiales

Con una balanza analógica que se encontraba en la bodega del proyecto y la colaboración de empleados se pesaron aquellos residuos que representaban el mayor costo y volumen de compra para aproximar el porcentaje de residuos que se generaban en las actividades en estudio.

Los cálculos para el muestreo de instalación de paredes livianas con pánel de cemento marca Permabase

Datos			
Nivel de confianza	Valor de $\alpha/2$	p	q
95%	1,96	0.50	0.50

Número de observaciones

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 pq}{\epsilon^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50}{0.05^2}$$

$$n = 384.16 \approx 385 \text{ Observaciones}$$

Aplicación de encuestas

Con colaboración de la profesora y compañeros que trabajaron en obras similares dentro de la institución durante la práctica dirigida, se plantearon una serie de preguntas cortas que se aplicaron a operarios con el objetivo de tomar en cuenta la opinión del trabajador, su sentir y así recolectar datos que beneficien el estudio.

Observaciones por semana

$$\frac{385 \text{ observaciones}}{4 \text{ semanas}} = 97 \frac{\text{observaciones}}{\text{semana}}$$

Observaciones por día

$$\frac{97 \text{ observaciones/semana}}{3 \text{ día/semana}}$$

$$32.33 \approx 33 \frac{\text{observaciones}}{\text{día}}$$

Número de recorridos

$$\frac{33 \text{ observaciones/día}}{12 \text{ operarios}}$$

$$2.75 \frac{\text{observaciones/día}}{\text{operario}} \approx 3 \frac{\text{observaciones}}{\text{operario.día}}$$

Rango entre recorridos

$$\frac{3 \text{ horas/día}}{3 \text{ observaciones/día}} = 1 \text{ hora por observación} \approx 60 \text{ minutos}$$

Los cálculos para el muestreo de repello de paredes de concreto armado

Nivel de confianza	Valor de $\alpha/2$	p	q
95%	1,96	0.50	0.50

Número de observaciones

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 pq}{\varepsilon^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50}{0.05^2}$$

$$n = 384.16 \approx 385 \text{ Observaciones}$$

Observaciones por semana

$$= \frac{385 \text{ observaciones}}{2 \text{ semanas}} = 192.5 \approx 193 \frac{\text{observaciones}}{\text{semana}}$$

Observaciones por día

$$\frac{193 \text{ observaciones/semana}}{3 \text{ día/semana}} =$$

$$64.33 \approx 65 \frac{\text{observaciones}}{\text{día}}$$

Número de recorridos

$$\frac{65 \text{ observaciones/día}}{6 \text{ operarios}} =$$

$$10.83 \frac{\text{observaciones/día}}{\text{operario}} \approx 11 \frac{\text{observaciones}}{\text{operario.día}}$$

Rango entre recorridos

$$\frac{5.5 \text{ horas/día}}{11 \text{ observaciones/día}}$$

$$= 0.5 \text{ hora por observación} \approx 30 \text{ minutos}$$

Resultados

Mediante el método estudio del trabajo se midió la productividad de dos procesos: instalación de paredes livianas y repello de paredes de concreto armado; estos procesos contemplan otras tareas para que el proceso sea llevado a cabo.

Proceso para la instalación de paredes livianas con pánel de cemento marca Permabase

Las tareas involucradas en el proceso de la instalación de paredes livianas son representadas mediante un diagrama de flujo en la figura No.30.

Estas se consideran actividades productivas en el estudio de la cuadrilla Keystone

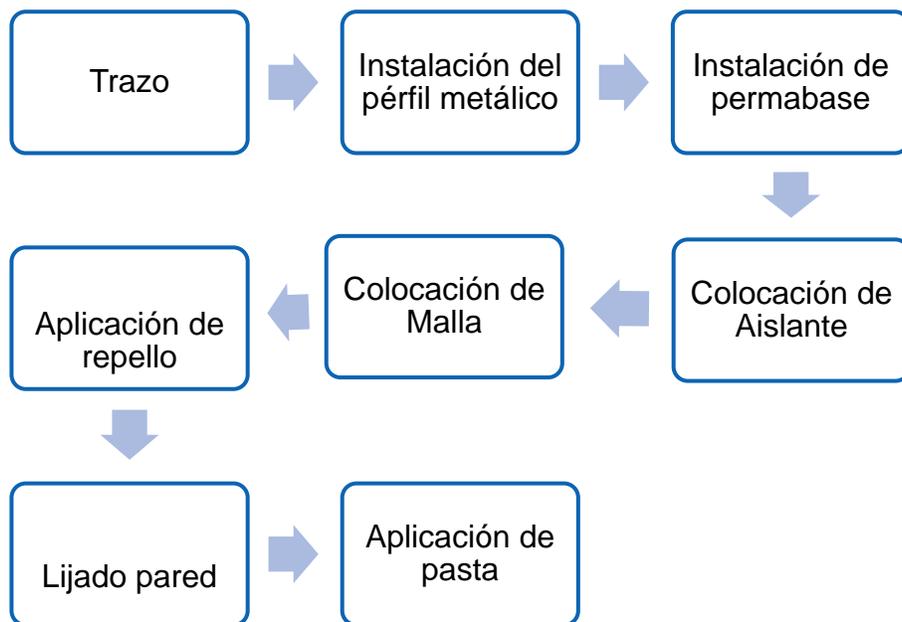


Figura No.30: Tareas involucradas en la instalación de paredes livianas
Fuente: Propia (Elaborado Microsoft Office 2007)

Muestreo del Trabajo para Instalación de Paredes con pánel de cemento marca Permabase

El número de observaciones para la cuadrilla de paredes livianas es de 385 esto según los cálculos pertinentes, descritos a detalle en la metodología, sin embargo, al perder dos operarios en el transcurso del estudio las muestras se reducen a un total de 330. Al clasificarlas como: contributivas, productivas e improductivas se obtiene los resultados de la tabla 2.

Tabla 2 Clasificación del trabajo en la instalación de paredes livianas con pánel de cemento marca Permabase

Tipo de Actividad	Observaciones
Actividades Contributivas	58
Actividades improductivas	119
Productividad de la cuadrilla independiente	51
Productividad de la cuadrilla Keystone	102
Total de observaciones	330

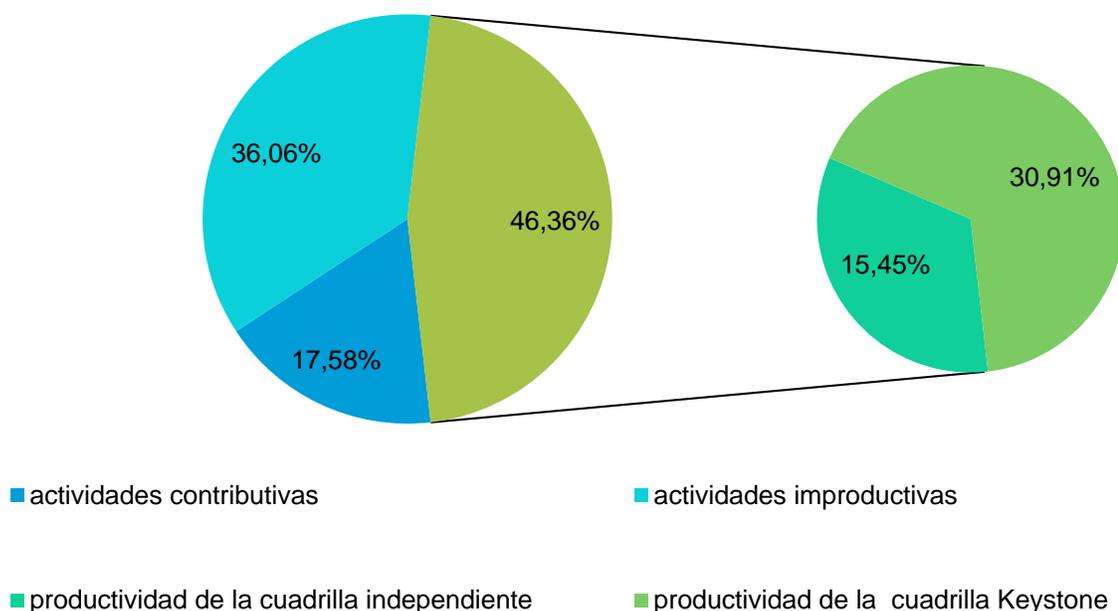
Fuente: muestreo

Cada actividad fue graficada en términos de porcentajes, esto con el objetivo de representar de manera visual el comportamiento de la cuadrilla de paredes livianas (ver gráfico No.1).

De las 330 muestras, 58 de ellas fueron actividades contributivas ,153 actividades productivas y 119 no

productivas, como se mostró en la tabla No. 2 ; si se representan estos valores en porcentajes se obtiene el grafico No.1. Las actividades contributivas con el 17.58 %, actividades productivas 46.36% y las improductivas 36.06%.

Gráfico No.1: Porcentajes según la clasificación del trabajo en instalación de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase



Fuente: muestreo

Al dividir las 153 actividades productivas en tareas se obtuvieron los resultados de la tabla 3; por ejemplo, la actividad productiva más frecuente fue

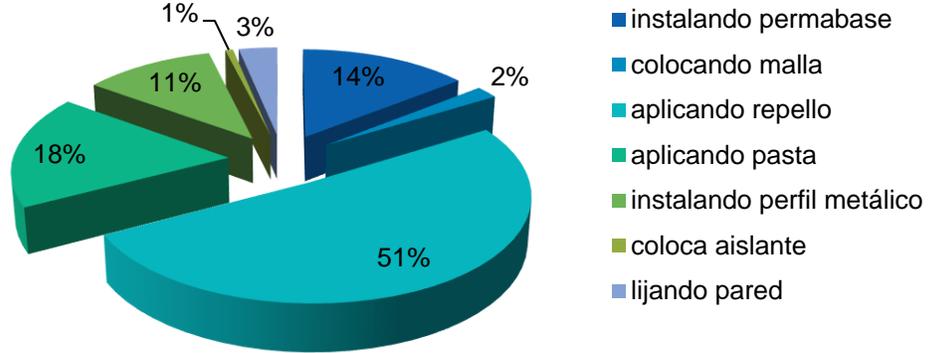
la aplicación de repello con 78 observaciones. De manera porcentual fueron representadas en el gráfico No2.

Tabla 3 Actividad productiva en la instalación de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase

Tipo de actividad productiva	Observaciones
instalando permabase	22
colocando malla	3
aplicando repello	78
aplicando pasta	27
instalando perfil metálico	17
coloca aislante	1
lijando pared	5

Fuente: muestreo

Gráfico No.2: Actividades productivas en la instalación de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase



Fuente: Elaboración Propia

Al tener el identificado cada operario por su nombre en el formulario, se obtuvo el total de observaciones productivas por cada uno de ellos, al finalizar el estudio, estos números se resumen en la tabla 4 y

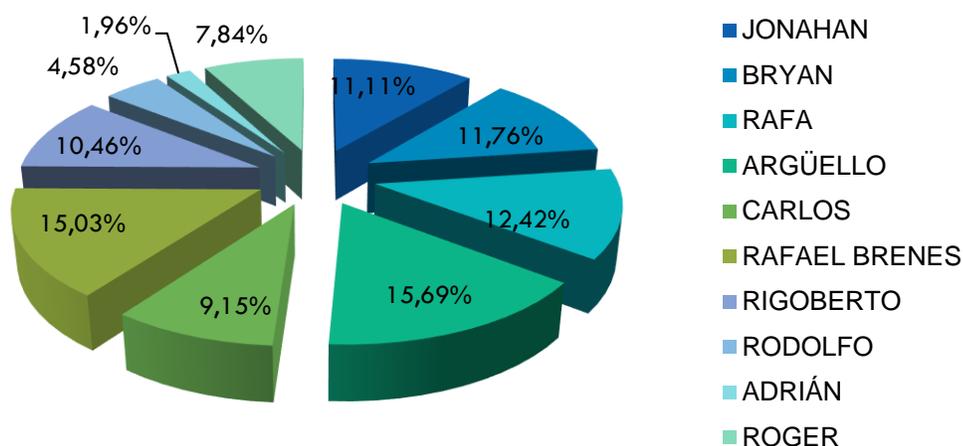
el gráfico No3, se representa el empleado más productivo con 24 observaciones = 15,69% Bryan Argüello y el menos productivo Adrián con 3 observaciones productivas= 1,96%

Tabla 4 Productividad de cada instalador de pared liviana con panel de cemento marca Permabase

Operario	Observaciones productivas
Jonathan	17
Bryan	18
Rafa	19
Bryan Argüello	24
Carlos	14
Rafael Brenes	23
Rigoberto	16
Rodolfo	7
Adrián	3
Roger	12
Total de observaciones productivas.	153

Fuente: muestreo

Gráfico No.3 Productividad de cada operario de instalación de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase



Fuente: Elaboración Propia

Las actividades improductivas fueron registradas como tareas en el formulario con el uso de la simbología (ver figura No. 22), para identificar cual fue la más repetitiva en cada uno de los casos.

La acción improductiva que más se presentó en este grupo de trabajadores fue: no estar en el área de trabajo, así se puede observar en la tabla 5, con 72 observaciones de las 119 superó a otras acciones como: hablar o caminar.

Tabla 5 Actividades improductivas en instalación de pared liviana con panel de cemento marca Permabase

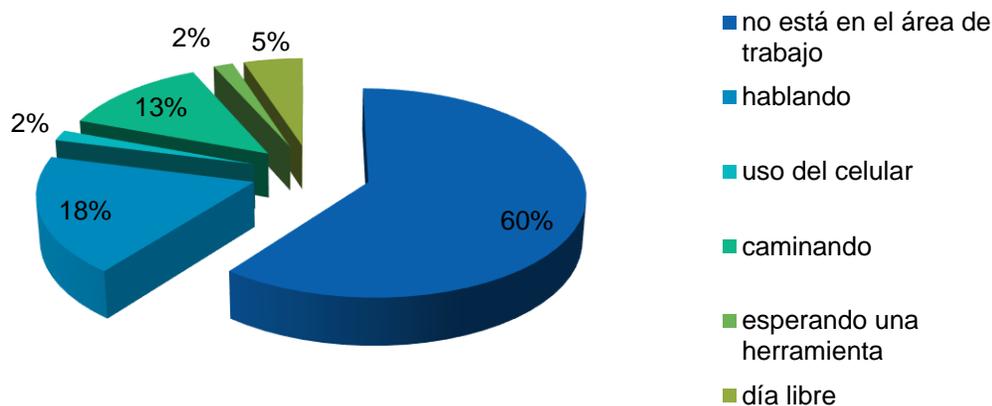
Actividad no productiva	Observaciones
no está en el área de trabajo	72
hablando	22
uso del celular	2
caminando	15
esperando una herramienta	2
día libre	6
Total de observaciones no productivas	119

Fuente: muestreo

Las seis tareas contempladas como actividades no productivas, se presentan en el gráfico No.4, en él puede observarse que el uso del celular y esperar la herramienta son las acciones menos frecuentes en los trabajadores pues representan un 2% cada una de ellas, lo cual afirma que los operarios contaban con el equipo necesario para llevar a cabo

su labor, caso contrario sucede con la actividad que representa el 60% de las actividades improductivas, “no estar en el área de trabajo”, debe investigarse porque los operarios no estaban en su sitio de trabajo, si se desea reducir considerablemente los tiempos no productivos de la cuadrilla en general.

Gráfico No.4: Actividades no productivas en la Instalación de Paredes Livianas con panel de cemento marca Permabase



Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla 2, el total de observaciones contributivas es de 58. Estas a su vez pueden ser divididas en tareas, como se hizo con las tareas no productivas y productivas, así se

obtiene la tabla 6 con ocho tareas que fueron recurrentes entre los trabajadores, sin embargo, son labores que no afectan la productividad, sino que agregan valor al proceso constructivo.

Tabla 6 Actividades contributivas en la instalación de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase

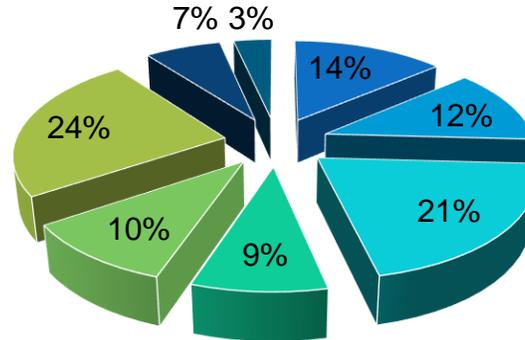
Actividad contributiva	Observaciones
moviendo equipo de trabajo	8
haciendo mezcla	7
cortando permabase	12
recoge herramienta	5
limpia herramienta	6
alcanzando permabase	14
cortando perfil metálico	4
dando instrucciones	2
Total de actividades contributivas	58

Fuente: muestreo

En el gráfico No. 5 se puede ver que alcanzar Permabase es la ocupación contributiva de mayor reiteración con un 24% ocupa el segundo lugar cortar Permabase y así decrece el valor de las

observaciones hasta llegar a la labor menos usual con un 3% o 2 observaciones la cual es dar instrucciones

Gráfico No.5: Actividades contributivas en la instalación de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase



- moviendo equipo de trabajo
- cortando permabase
- limpia herramienta
- cortando perfil metálico
- haciendo mezcla
- recoge herramienta
- alcanzando permabase
- dando instrucciones

Fuente: Elaboración Propia

La constructora Sogosa -Tilmon, brindó al analista datos importantes sobre la productividad semanal que registraron de la cuadrilla Keystone, la cual fue

resumida en la tabla 7 para hacer una comparación de estos con los valores obtenidos mediante el método estudio del trabajo.

Tabla 7: Datos de la constructora Sogosa-Tilmon de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase

Operarios del subcontrato Keystone Engineering	Producción por semana de la cuadrilla (m2)	Costo de la mano de obra (\$/m2)	Horas hombre trabajadas semanalmente	Producción semanal medida por trabajador (m2)
Jonathan	300	14.5	275	37.5%
Brayan				
Rafa				
Brayan Argüello				
Carlos				
Adrián				
Rodolfo				

Fuente: Constructora Sogosa-Tilmón

El segundo proceso constructivo analizado fue el repello de paredes de concreto armado, las labores necesarias para ejecutarlo son: hacer la mezcla de mortero y aplicar el revestimiento a la pared

(repello), entre menos tareas se involucren, más eficiente es el proceso. La figura 31 es un diagrama de flujo que representa el desarrollo del trabajo.

Proceso para repello grueso o fino de paredes internas o externas de concreto armado con mezcla dosificada

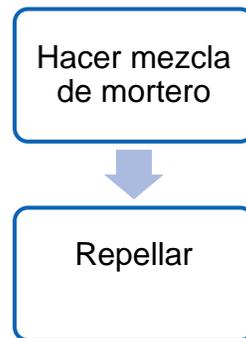


Figura No.31: Tareas involucradas en repello de paredes de concreto armado
Fuente: Propia (Elaborado Microsoft Office 2007)

En este caso, encontrar un operario repellando se consideraría actividad productiva, las contributivas son detalladas en la tabla 12 (hacer la mezcla, mover el equipo, entre otras.) y finalmente en la tabla 10 se describen acciones improductivas de los trabajadores, también conocido como trabajo no contributivo.

En la tabla 8 se puede notar 198 ocasiones en que los operarios se encontraban realizando la actividad productiva lo cual representó el 50% de las muestras (ver gráfico 6) las observaciones de acciones no productivas al finalizar el estudio sumaron 124 y las contributivas 74.

Tabla 8 Clasificación del trabajo en repello de pared

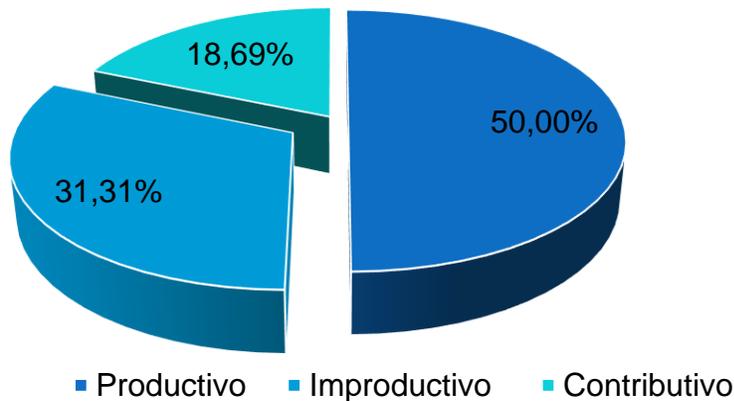
Tipo de Actividad	Observaciones
Productivas	198
Improductivas	124
Contributivas	74
Total de observaciones	396

Fuente: muestreo

La clasificación del trabajo en el repello de trabajo es exactamente igual que en instalación de pared, se considera que el trabajo puede ser productivo, improductivo y contributivo, de esto se obtiene el

gráfico no.6 y además puede verse como el trabajo contributivo es superado por el trabajo improductivo en un 12.62%

Gráfico No.6: Porcentajes según la clasificación del trabajo en repello de paredes de concreto armado



Fuente: Elaboración Propia

Si se desea consultar a detalle que empleado es más productivo o cual es el menos productivo en la cuadrilla de repellos se puede dirigir a la tabla no.9 donde indica el número de observaciones productivas por operario, en este caso el señor

Rafael Brenes con 44 observaciones, es el hombre más productivo de la cuadrillas según el estudio realizado, el resto de operarios se mantienen entre los 24 y 34 observaciones productivas

Tabla 9 Productividad por operario de repello de pared

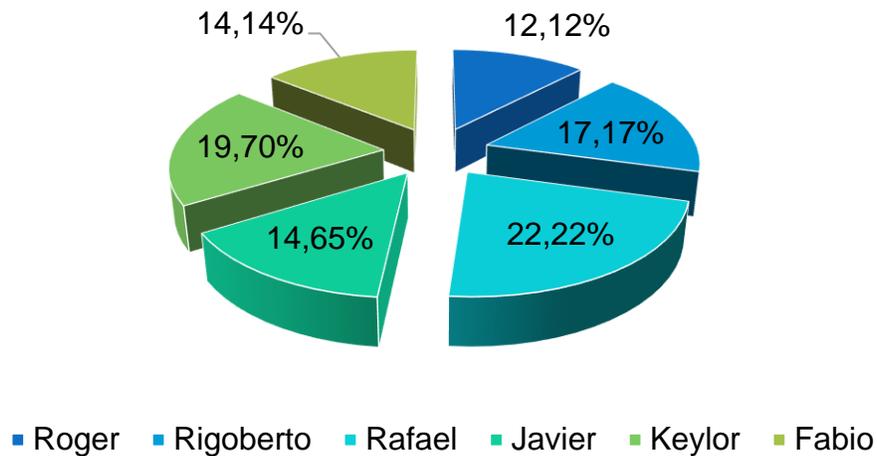
Operario	Observaciones productivas por operario
Roger	24
Rigoberto	34
Rafael Brenes	44
Javier	29
Keylor	39
Fabio	28
Total de observaciones productivas	198

Fuente: muestreo

Estos números son representados de manera porcentual en el gráfico no.7 donde Roger es el

operario que se observó menos en la actividad de repello.

Gráfico No.7: Productividad por trabajador de repello



Fuente: Elaboración Propia

Las tareas que se consideraron como improductivas en el proceso de repello de paredes de concreto armado es resumido en la tabla no.10. En total son cinco las tareas improductivas recurrentes entre los trabajadores al terminar el estudio se contabilizaron 124 observaciones improductivas (ver tabla 8).

No estar en el área de trabajo dio como resultado 84 observaciones convirtiéndose en la acción más improductiva al igual que en el proceso de instalación de paredes livianas y solo en una ocasión fue encontrado un operario con el móvil.

Tabla 10 Actividades no productivas en el repello de pared de concreto armado

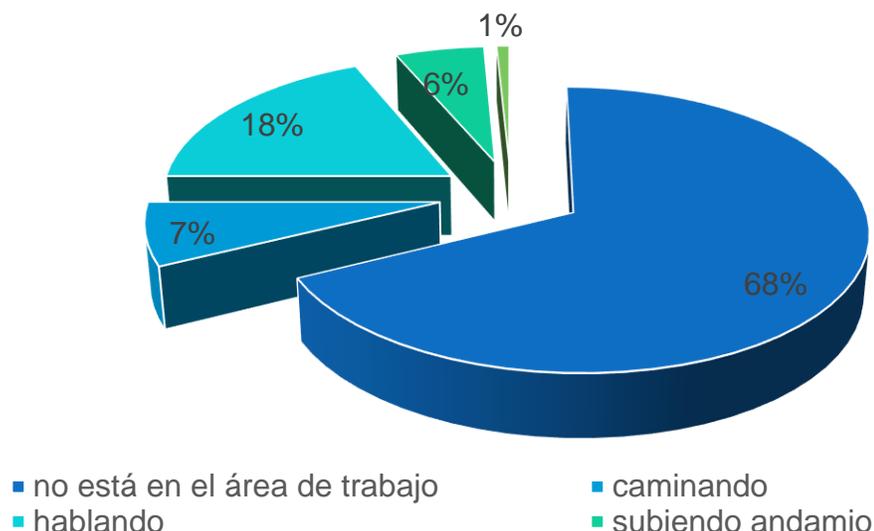
Actividad improductiva en repello de pared	Observaciones
no está en el área de trabajo	84
caminando	9
hablando	23
subiendo andamio	7
usando celular	1
Total de observaciones no productivas	124

Fuente: muestreo

El gráfico no. 8 es el resultado de las acciones no productivas en la cuadrilla de repellos de paredes; en color verde se puede apreciar la actividad que

está en segundo puesto de improductividad la cual fue hablar.

Gráfico No.8: Actividades no productivas en repello de paredes de concreto



Fuente: Elaboración Propia

Al examinar algunas muestras se descubrió que habían recorridos donde no se encontraba a ninguno de los operarios en su labor, al no es un hecho común en un estudio de trabajo, se consultó a los trabajadores, la coincidencia se debía a un receso para la merienda de 9:00 am a 9:30 am. Interrupción de la cual no se había informado, por lo que se considera excluir de los tiempos

improductivos los tiempos de merienda, para no incurrir en un número de observaciones improductivas incorrectas. Pues no deben hacerse lecturas de actividades en tiempos de receso, esto se detalla en la tabla 11, a pesar de realizar 396 observaciones sólo 360 son consideradas válidas para el posterior análisis de improductividad.

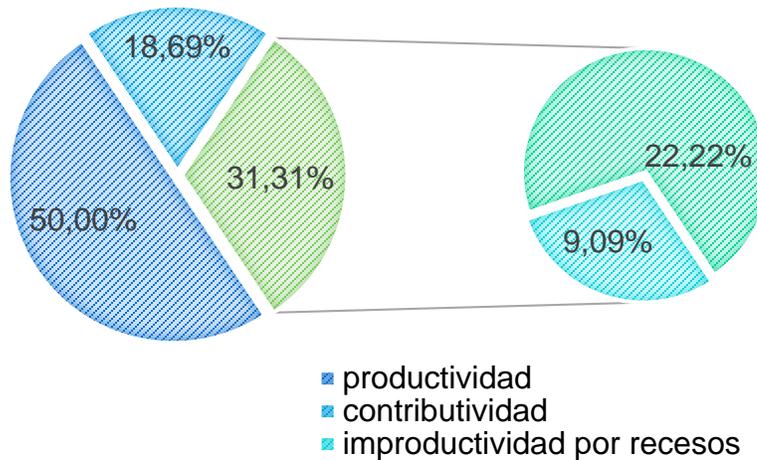
Tabla 11 Improductividad real de la cuadrilla de repello de pared de concreto armado

Clasificación	Observaciones
Productividad	198
Contributividad	74
Improductividad por recesos (-)	36
Improductividad real	88
Total de observaciones validas para el estudio	360

Fuente: muestreo

En el gráfico No.9 se representa con el 9,09% los tiempos improductivos a excluir porque no se encontraban en el sitio de trabajo por receso, lo que se considera justificable por esa razón la improductividad pasa de un 31,31 % a un 22,22% siendo esta la improductividad real de la cuadrilla de repello de paredes de concreto.

Gráfico no.9 : Improductividad real del repello de paredes de concreto armado



Fuente: Elaboración Propia

Las tareas consideradas como actividades contributivas para la cuadrilla de repello de paredes son las que se presentan en la tabla 12 entre ellas la más común era hacer la mezcla de mortero, la cual sumo 24 observaciones y cuatro tareas

quedaron empatadas como las actividades menos comunes con una sola observación. En total las actividades contributivas sumaron 74 observaciones que pueden corroborarse en la tabla 11.

Tabla 12 Actividades contributivas en el repello de paredes de concreto armado

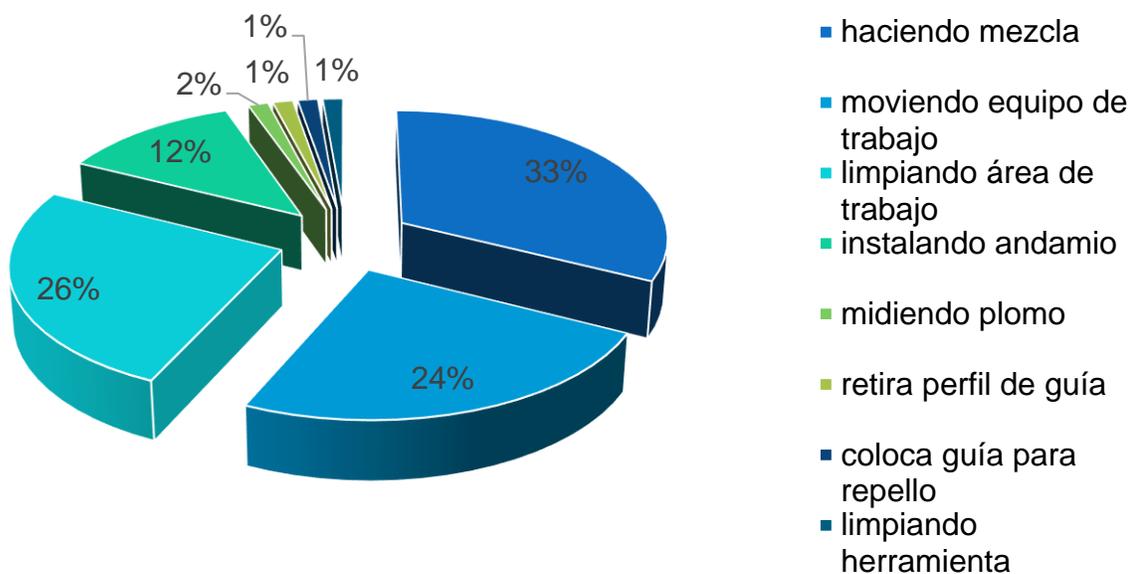
Actividad contributiva	Observaciones
haciendo mezcla	24
moviendo equipo de trabajo	18
limpiando área de trabajo	19
instalando andamio	9
midiendo plomo	1
retira perfil de guía	1
coloca guía para repello	1
limpiando herramienta	1
Total de observaciones contributivas	74

Fuente: muestreo

En el gráfico No.10 se detalla con el color: verde, rojo y azul las tareas que toman protagonismo por tener los porcentajes mayores en acciones

contributivas para el proceso de repello, entre ellas están hacer mezcla, mover el equipo de trabajo y limpiar el área de trabajo.

Gráfico No.10: Actividades contributivas en repello de paredes de concreto



Fuente: Elaboración Propia

Cuando se confirma que la segunda actividad en analizar será el repello de las paredes de concreto, se acude a los ingenieros de la empresa para

solicitar información adicional del subcontrato y ellos brindan los datos que se presentan en la tabla 13.

Tabla 13 Datos de la constructora Sogosa-Tilmon del repello

Operarios del subcontrato Independiente	Producción por semana de la cuadrilla (m2)	Costo de la mano de obra (\$/m2)	Horas hombre trabajadas semanalmente	Producción semanal medida por trabajador (m2)
Rigoberto	275	14.5	137	49.82%
Roger				
Rafael Brenes				
Javier				
Fabio				
Keylor				

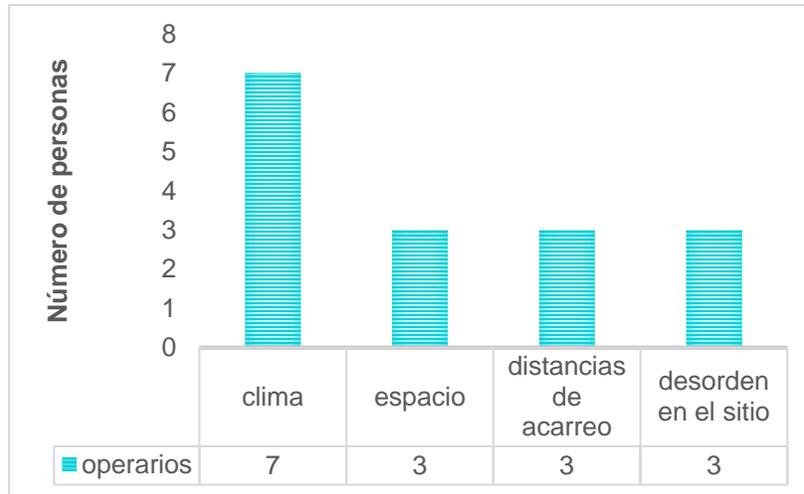
Fuente: Constructora Sogosa-Tilmón

Resultados de la aplicación de encuestas

Los siguientes tres gráficos son resultado de las encuestas realizadas a las personas que intervienen directamente con los procesos: operarios, ingenieros y subcontratistas.

En el caso del gráfico No. 11 representa los factores considerados por los trabajadores de la instalación como afectaciones a su productividad.

Gráfico No.11: Factores considerados por operarios de instalación de paredes con pánel de cemento marca Permabase que afectaban la productividad de su tarea

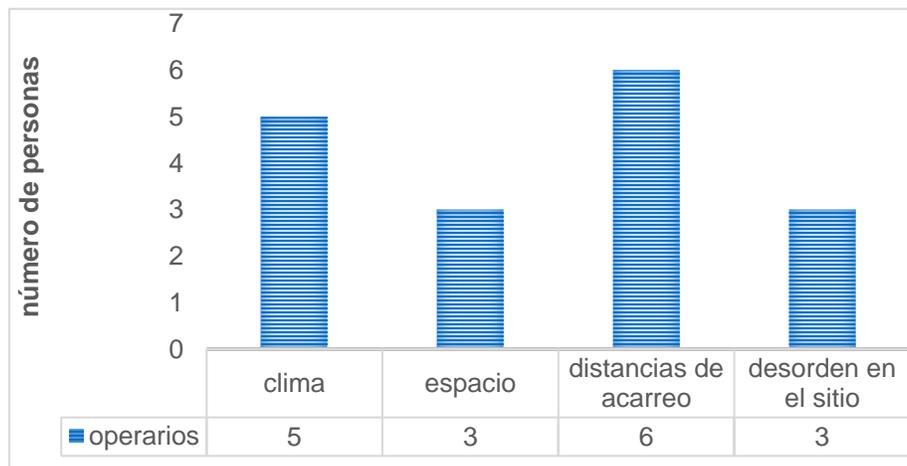


Fuente: Elaboración Propia

En el Caso de la instalación de paredes el clima fue considerado el factor negativo o encontrar de la productividad por el contrario la cuadrilla de

repello consideró la distancia de los materiales como el factor a considerar en su tarea, ver el gráfico No. 12.

Gráfico No.12: Factores considerados por operarios de repello de paredes que afectaban la productividad de su tarea

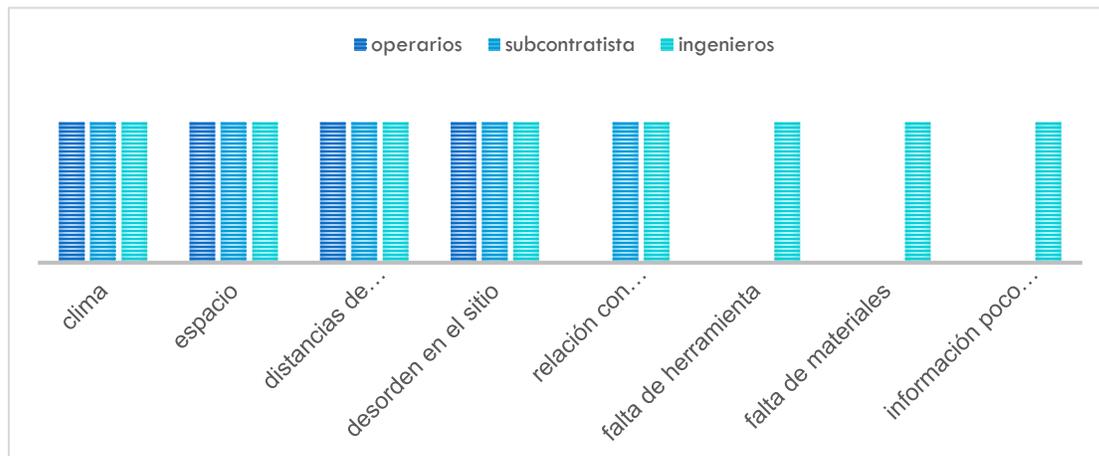


Fuente: Elaboración Propia

Los ingenieros a cargo del proyecto dieron su opinión de los factores que afectan la productividad, en el gráfico No. 13 los factores que consideran todos los involucrados del proceso, en

color rojo se representa a los subcontratistas, en color azul a los operarios y en verde a los ingenieros.

Gráfico No.13: Factores que afectaban la productividad según la opinión de los involucrados en el proceso de paredes livianas



Fuente: Elaboración Propia

Residuos en Paredes con pánel de cemento marca Permabase

Contabilizar los residuos que generaban los procesos constructivos en estudio fue otro de los objetivos planteados, para ello fue necesario acudir a las fichas técnicas de los materiales que se requieren en dichas actividades, con el fin, de tener datos confiables en cuanto al peso, luego con la ayuda de operarios y una balanza analógica que había en el proyecto se cuantificó el peso de

los materiales que se encontraron en las áreas de trabajo, además se buscó información de compra de material para el proyecto, esto facilitó algunos c culos. Los datos recabados de perfil metálico necesario para la instalación de la estructura metálica son parte de la tabla 14 y el gráfico No. 14

Tabla 14 Residuos met licos en la instalación de paredes livianas

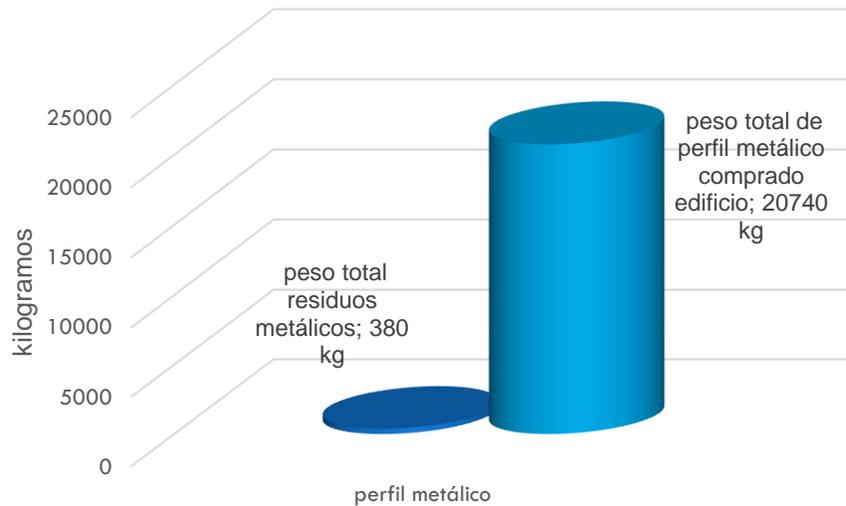
peso perfil metálico comprado para edificio (kg)	peso residuos perfil metálico por piso (kg)	peso residuos perfil metálico del edificio (kg)	compra total de perfil (unidades)	peso promedio de perfil (kg)
20740	95	380	8500	2,44

Fuente: Datos recolectados del pesaje en el proyecto y fichas técnicas del material.

El peso de los residuos del perfil metálico es representado con el color azul en el gráfico No.14 y según se indica fueron aproximadamente 380

kilogramos de desperdicios y la compra de material representó 20 740 kilogramos.

Gráfico No.14: Uso y residuos del Perfil Metálico

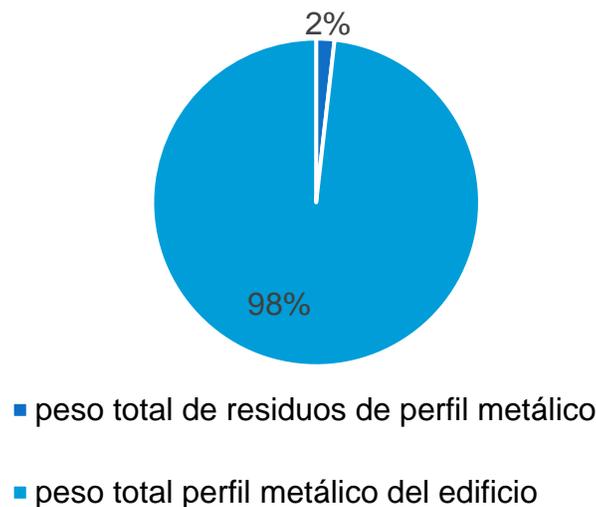


Fuente: Elaboración Propia

Los residuos son considerados el 2% (ver gráfico No.15) del total de perfil metálico comprado para llevar a cabo la instalación de las paredes livianas; esto pudo ser corroborado con el encargado del

subcontrato quién afirmó que ellos consideraban que los desperdicios en ese material era el mismo valor obtenido por el pesaje.

Gráfico No.15: Porcentajes del uso y residuos de perfil metálico para paredes livianas



Fuente: Elaboración Propia

Otro material que se considera de gran demanda en la construcción de este tipo de paredes es la Permabase, los valores en la tabla 15 son debido a la cuantificación de este material con ayuda de

una balanza, mientras que en la tabla 16 se resume la información facilitada por el subcontratista acerca los desperdicios que ellos registraron.

Tabla 15 Residuos de Permabase por pesaje

peso permabase comprada para edificio (kg)	peso residuos permabase por piso (kg)	peso residuos permabase del edificio (kg)	compra total de permabase (unidades)	peso de lámina (kg)
210700	31,2	124,8	4900	43

Fuente: Datos recolectados del pesaje en el proyecto y fichas técnicas del material

Tabla 16 Residuos de Permabase según el subcontratista

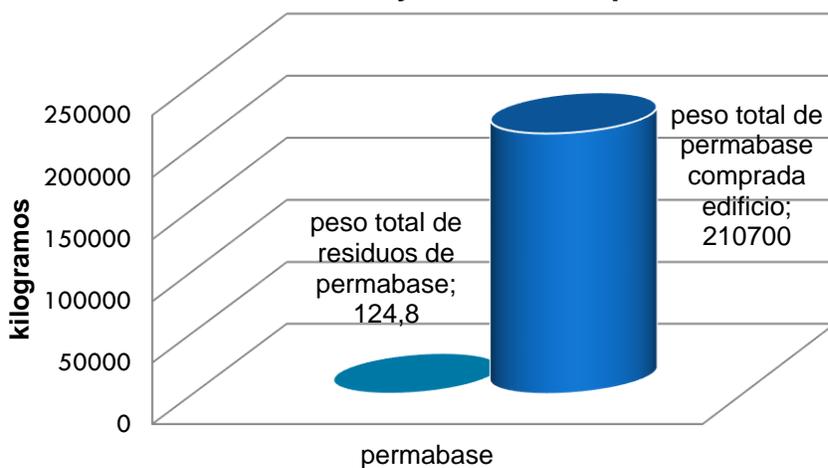
peso permabase comprada para edificio (kg)	Porcentaje de residuos considerado por el subcontrato	peso residuos permabase del edificio (kg)	compra total de permabase (unidades)	No. Láminas de residuos de permabase
210700	1%	2107	4900	49

Fuente: Keystone Engineering

Los residuos de Permabase que lograron cuantificarse eran del nivel cuatro, el resto ya habían sido retirados del proyecto, el peso fue 31,2 kilogramos, como no se contaba con más de este material entonces se procedió a multiplicar este valor por cuatro; ya que cada piso tenía la misma distribución arquitectónica entonces se considera

que cada nivel generó la misma cantidad de residuos con esto se obtuvo que la construcción de las paredes generaron 124,8 kilogramos de desechos de Permabase (ver gráfico No.16) lo que representa aproximadamente 3 láminas de 1.22 m X 2.44 m.

Gráfico No.16: Uso y residuos de permabase

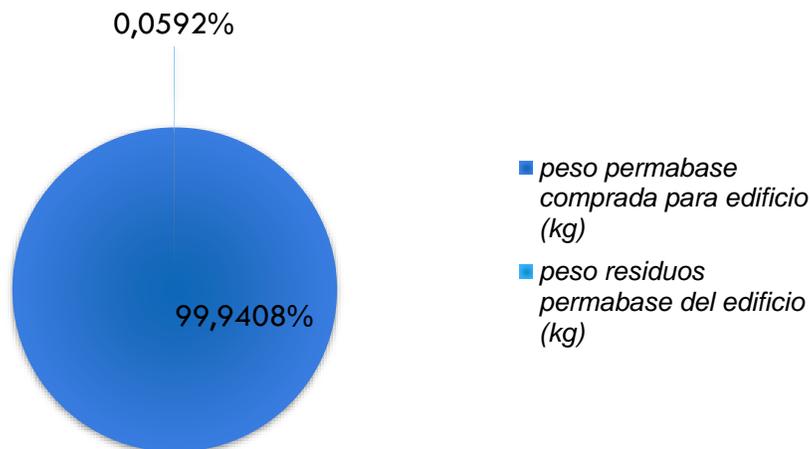


Fuente: Elaboración Propia

El gráfico 17 representa que del 100% de la Permabase que se compró para el edificio el 0,06% del peso fueron residuos y el 99,04% se usó para la estructura. Sin embargo no se consideró un valor muy bajo con respecto a los

porcentajes que dan como referencia en lean Construction por los que se consultó a la empresa por los valores que ellos manejan de desperdicios en este material.

Gráfico No17: Porcentaje de residuos de permabase según el pesaje

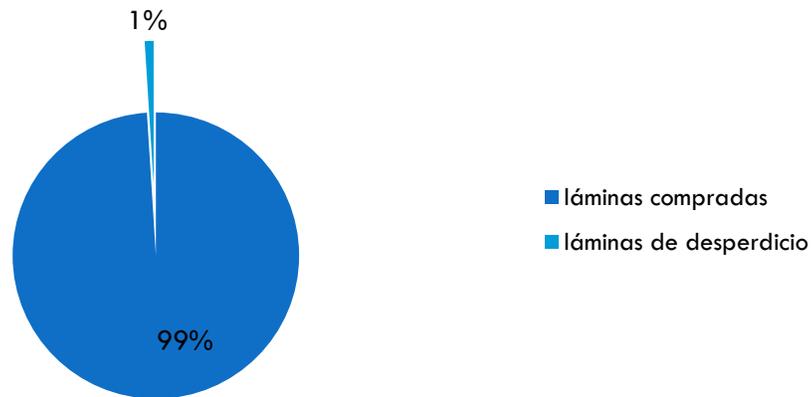


Fuente: Elaboración Propia

Los datos aportados por el subcontrato Keystone están en la tabla 16 y el gráfico No.18, evidentemente son mayores a los valores obtenidos mediante la balanza; es posible que los encargados de la limpieza en el edificio sacaran a sitios ya destinados para desperdicios los residuos de Permabase lo que tuvo como resultado un dato

que no representa el peso real en cuanto a la Permabase. Pues el 1% de desperdicio representa 2107 kilogramos de desperdicio y son aproximadamente 47 láminas de Permabase de 1,22 X 2,44 metros.

Gráfico No. 18: Porcentaje de residuos de permabase que considera el sucontrato Keystone



Fuente: Elaboración propia

Las paredes livianas son repelladas con el objetivo de cubrir los espacios entre láminas, darles mayor resistencia, mejorar las características de: absorción acústica, aislamiento térmico, reacción al fuego y mejorar la apariencia es por ello que se requirió de mortero para muro seco, el volumen y peso de este material en cuanto a la compra es significativo en costos por ello fue incluido en la medición de residuos, sin embargo, durante los recorridos de inspección y recolección de

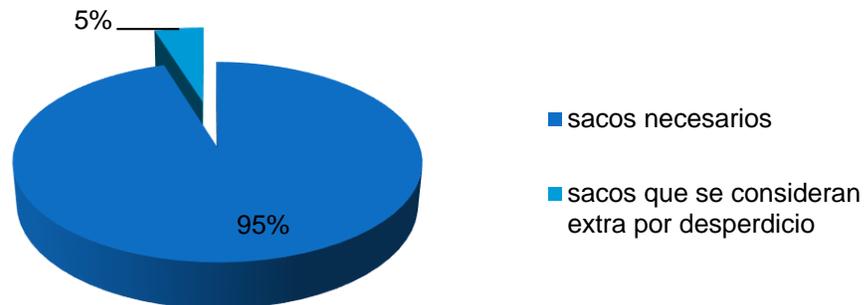
residuos; los carretillos que usaron los trabajadores quedaban completamente limpios, al igual que los baldes que se emplearon en los andamios para la mezcla, por ello se hacía imposible llegar a un dato por medición analógica. Se acude a la constructora para obtener un dato confiable según la experiencia de la compañía en estos trabajos pues es imposible decir que no hay desperdicio.

Tabla 17 Residuos en el repello de paredes livianas con panel de cemento marca Permabase o pared de concreto armado

Material	Desperdicio	Sacos de 40 kg necesarios	Sacos de 40 kg comprados
Mezcla para mortero	5%=9 sacos de 40 kg	180	189

Fuente: Constructora Sogeosa-Tilmón

Gráfico No.19: Porcentaje de residuos para repello de de pared liviana o concreto armado considerado por la constructora



Fuente: Elaboración propia

Cálculo del error de los muestreos

Teóricamente el número de las observaciones debía ser de 385 para obtener un error del 5%, sin embargo en el campo las condiciones cambiaron en ambos procesos; la reducción de la cuadrilla en la instalación de paredes livianas hizo que las

Para repello de paredes de concreto armado

Despejando el error de la fórmula $n = \frac{z_{\alpha/2}^2 pq}{\varepsilon^2}$ se

$$\text{obtiene } \varepsilon = \sqrt{\frac{z_{\alpha/2}^2 pq}{n}}$$

por lo tanto se sustituye por los datos ya

$$\text{conocidos y el error es } \varepsilon = \sqrt{\frac{1.96^2 * 0.50 * 0.50}{330}}$$

$$\varepsilon = 0,0539 = 5,39\%$$

muestras pasarán de 385 a 360 observaciones, mientras que en el repello de paredes pasó de 385 a 330.

Por lo tanto se debe calcular el error asociado a las observaciones totales de cada proceso

Para la instalación de paredes livianas

Y de la misma manera que se calculó en la sección anterior se estimó el error en

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1.96^2 * 0,50 * 0.50}{360}}$$

$$\varepsilon = 0,05165 = 5,16\%$$

Análisis de los resultados

Objetivo 1: Medir la productividad en los procesos constructivos de instalación de paredes livianas y repello de paredes de concreto armado

En el caso de la instalación de paredes con panel cementicio interviene el subcontrato con Keystone Engineering el contrato comprometía a la empresa a ofrecer servicios de instalación de todas las paredes livianas necesarias en el nuevo edificio de residencias del TEC.

Inicialmente la cuadrilla era de 12 operarios pero durante la primera semana de observación, dos miembros fueron despedidos, por lo que se excluyen del estudio, para evitar que afecten los resultados.

Un mes después se informó que los operarios 8,9 y 11 pertenecen a otro subcontrato, a pesar de esto, se continúa analizando, para obtener la productividad de la tarea y además la productividad por cuadrilla involucrada. Lo que agregó valor e importancia al experimento, ya que las cuadrillas presentaban varias diferencias entre sí. Una de las variables era la edad; los operarios de Keystone rondaban los 23 y 28 años, por el contrario, los trabajadores de la cuadrilla nombrada como independiente, rondaba entre los 40 y 50 años. Este factor influyó considerablemente en el comportamiento laboral.

Fue recurrente encontrar los jóvenes hablando, en el gráfico No.14 de actividades improductivas se representó con el 18% esta práctica, caminar por los pasillos alcanzó el 13% de la improductividad del grupo y la acción más recurrente o de mayor porcentaje improductivo fue no encontrarlos en el área de trabajo que obtuvo el 60%.

El uso del celular no representó una acción improductiva de importancia pues fue del

2%, en general los trabajadores no se observaron con el celular sin importar la edad.

Los trabajadores de mayor edad, generalmente se encontraban concentrados en su tarea pues han desarrollado la capacidad de trabajar de manera autónoma.

En el gráfico No.1 se muestra que después de analizar los datos, la productividad de instalación de paredes livianas es del 46,36%; de ese porcentaje, el 30.91% es productividad de la cuadrilla Keystone y en 15,45% la de cuadrilla independiente.

Hay una gran diferencia entre los datos obtenidos del muestreo y los que maneja la constructora, ver tabla No.7, para Sogeosa-Tilmon la productividad por operario, de la cuadrilla Keystone es 37,50%, lo que significa que consideran que la cuadrilla es 6.59% más productiva.

La forma en que calculan la productividad, es mediante un registro de los metros cuadrados instalados por semana, entre el número de horas trabajadas por semana.

Esto hace que se incurra en el error de afirmar que todos los trabajadores son igual de productivos, cuando en realidad no lo así. Es posible observar en el gráfico No.3, que ninguno de los operarios tiene la misma productividad, esto según el método de estudio del trabajo, hay operarios con mayor productividad que otros como es el caso de Argüello con 17,02% y Adrián con 2,13%, la calidad del trabajo era inspeccionado por su superior el cual es bueno para ambos sin embargo Adrian debía realizar actividades del tipo contributivas (cortar permabase y alcanzar permabase)

Como puede observarse en la tabla 7, la productividad podría estimarse en forma muy general con formulas rápidas, como lo hace la constructora, pero esta aproximación no refleja a detalle lo que sucede en el campo, y mucho menos

dará información de cada trabajador. Por lo que toma importancia el método usado en la investigación "Estudio del Trabajo" ya que hace posible que se recopile información muy detallada de lo que hace cada operario y además resultados de la tarea en general.

En cuanto al subcontrato de repello de paredes de concreto armado (constituido por seis personas), no hubo rotación del personal en ningún momento, las edades de los operarios eran entre los 40 y 50 años aproximadamente.

En la mayoría de los recorridos se les observaba concentrados, se movían poco de su área y era raro verlos conversando.

En el gráfico No.6 de los porcentajes según la clasificación del trabajo para repello, la productividad fue representada por el 50,00%, las actividades contributivas en 18.43% y la no productividad en 31.31%.

A pesar de que las actividades pueden considerarse bastante diferentes entre ellas especialmente por el número de actividades involucradas en cada una de ellas, es importante considerar que las acciones no productivas fueron exactamente las mismas para ambos procesos. Incurrían con más frecuencia los trabajadores jóvenes a caminar, hablar o no estar en el área del trabajo en comparación con los adultos. Es por ello que la improductividad en repello es 22.22% y en la instalación 36.06%.

A mayor experiencia del operario (edad), mayor productividad, los trabajadores del subcontrato independiente tenían un mayor sentido de responsabilidad y pertenencia a su compañía, lo que respalda el análisis de Jesús Mercader en su libro Trabajadores maduros, no se debe prescindir de los trabajadores maduros para que una empresa sea competitiva.

En ocasiones el buen rendimiento de las personas mayores puede deberse al miedo de perder el empleo, o la dificultad que tiene para conseguir trabajo después de los 45 años sin importar su profesión.

De la misma manera que se hizo en paredes livianas, se graficó la productividad de cada trabajador esto puede observarse en el gráfico No.7, obteniendo que el operario más productivo es Rafael Brenes con 22,22% y la persona con menor productividad fue Roger con

12,12% a pesar de esto, debe considerarse que Roger no se encontró en su área de trabajo en algunas ocasiones, porque estuvo armando un andamio para el repello de paredes externas del edificio; por lo que bajó su productividad en repello, sin embargo no se considera del todo un trabajador improductivo, pues la tarea de instalación de andamio, no es parte de las tareas del repello sin embargo, benefician el avance del proyecto.

El segundo factor a considerar, con respecto a esta actividad, es el porcentaje improductivo; por falta de tiempo para muestrear, se hicieron observaciones en tiempos de almuerzo (12m.d.-1p.m.) o merienda (9-9:30 a.m.) lo que significa que el porcentaje de improductividad real es de 22,24% ya que se debe restar la improductividad que provocaron las observaciones en los tiempos de comidas el cual fue de 9,07% lo cual se observa en el gráfico No.9.

Entre las dos actividades analizadas el porcentaje productivo mayor es 50,00%, este valor no se acerca al porcentaje meta expuesto por Serpell en su libro Administración de operaciones de construcción, el autor propone que el valor meta de la producción en la construcción debe ser 60%.

Esto indica que la construcción costarricense debe mejorar en la supervisión y control de los procesos para volverse una industria más próspera, si se alcanzaran los valores considerados como óptimos de la figura No. 25, entonces se verán reducidos los tiempos de ejecución y los costos de las obras.

Los trabajos no contributivos fueron apreciados en la investigación como actividades no productivas y es posible que no desaparezcan de la construcción, pero pueden reducirse para hacer cada vez más eficiente el trabajo.

Valores metas de categorías del trabajo



Figura N.32: Valores meta de actividades

Fuente: Serpell, 2002

En resumen, los valores obtenidos de categorías del trabajo en los procesos analizados son los siguientes

Proceso Constructivo	Trabajo no contributivo = trabajo improductivo	Trabajo Productivo	Trabajo Contributivo
Instalación de pared liviana con panel cementicio	36,06%	46,36%	17,58%
Repello de pared de concreto armado	22,22%	50,00%	18,64%

Objetivo 2: Identificar los factores que afectan la productividad en los procesos constructivos de instalación de paredes livianas y repello de paredes de concreto armado.

Las opiniones de los operarios, subcontratista e ingenieros son de suma importancia para el estudio, los factores que cada involucrado en el proceso constructivo consideró importantes se detallan en los resultados de las encuestas (gráfico no.11, gráfico no.12 y gráfico no.13).

Opinión de los operarios encargados de instalación de paredes livianas con panel cementicio marca Permabase

1. El clima

Representado por el 70% de las opiniones de los trabajadores fue el factor principal de afectación a pesar de que sus tareas se desarrollaron dentro del edificio, por ello no recibieron los fuertes rayos del sol ni la lluvia, pero el viento frío atravesaba el edificio en dirección oeste, lo que afectó sin duda a los trabajadores que no pertenecen a la zona de Cartago.



Figura No.33: Operario con abrigo dentro del edificio.

2. El espacio

Es considerado el segundo factor de importancia por muchos (a mayor área de trabajo, mejor desarrollo del personal). Hay espacios pequeños e incómodos que dificultan la tarea explicaron algunos.

3. El orden del sitio

Era tarea imposible mantener el orden y la limpieza para la mayoría, en especial, cuando coinciden dos subcontratos en el mismo lugar, por ejemplo, instalación eléctrica en el piso 3 e instalación de pared liviana en el piso 3, esto provoca personal en exceso y a su vez influye directamente en la producción de residuos y la

acumulación de materiales y herramienta, lo cual dificultaba hasta el tránsito normal de los trabajadores.

4. La distancia de acarreo

Aunque la grúa facilitaba que los materiales llegaran al cuarto piso, luego debían moverse a otro sitio, para ello era necesario hacer uso de la mano de obra.

Todos los operarios debían dejar sus labores e iniciar el transporte de materia prima, cargar con ayuda de compañeros las láminas de permabase las cuales pesan 43 kilogramos cada una, bajar gradas y colocarlas cerca de donde posteriormente serían de necesidad, cuando quedaban ubicados todos los materiales en otro sitio, debían volver a sus labores.

Esto evidentemente ocasionaba que luego estuvieran exhaustos y el avance en la tarea disminuyera en el transcurso de ese día que les asignaban acarrear material

El espacio, la distancia de acarreo y el orden en el sitio obtuvieron la misma importancia para los trabajadores 30% de las opiniones, eran para estos factores. (Ver gráfico No.11)

Opinión de operarios encargados del repello de paredes de concreto armado

1. La distancia de acarreo

En el mes de abril, la grúa fue desmontada del proyecto y las ventanas se comenzaron a instalar, ambas acciones trajeron consigo repercusiones directas en estos trabajadores, el 100% consideró en la encuesta, que el factor que perjudicó la productividad de la tarea fue la distancia de acarreo de los materiales. Los sacos de mortero se encontraban fuera del edificio, los operarios debían bajar gradas, salir del edificio para luego entrar y subir al nivel donde se encontraban anteriormente, acciones que no hacían eficiente el proceso.

Para aquellos que trabajaron fuera del edificio, en las paredes externas, tampoco fue sencillo ya que requerían el uso de andamios y allí es imposible tener un carrito con la mezcla de

mortero, por lo que este se encontraba en el nivel de suelo, como se muestra en la figura No.34.

Anteriormente el carrito podía estar adentro del edificio y los empleados entrar por una ventana tomar mezcla de mortero y volver a la plataforma sin problemas, ni pérdidas de tiempo, pero la instalación de ventanas imposibilitaba estas acciones.



Figura No.34: Distancia de los materiales

2. El clima

Para los trabajadores de la construcción, el clima siempre representa un factor negativo e infaltable cuando se habla de productividad, pues la mayoría de procesos se ejecutan a la intemperie por largo tiempo; en algunos casos ni el techo protege a los trabajadores, ejemplo, los que repellaron paredes externas, que trabajaban resistiendo jornadas diarias al sol, el viento y la lluvia, es por esta razón que el 80% de ellos lo consideraran en la encuesta, ver gráfico No.12.



Figura No.35: Repello de paredes externas

3. Desorden en el sitio

60% de los trabajadores se caracterizan porque les gusta trabajar en áreas limpias, por lo que en ocasiones deben asumir la tarea de limpieza antes de iniciar labores de repello, lo que consideran una pérdida de tiempo y recomendaron que sus compañeros dejen los sitios de trabajo limpios para no perder tiempo y mejorar el lugar de trabajo.

4. El espacio

El 40% creyó que el espacio de trabajo repercutía en el avance, en especial aquellos que les toca repellar en áreas muy pequeñas e incómodas.

Opinión del Subcontratista Keystone

El jefe de instalación de paredes livianas Rodolfo externó que los factores que afectan la productividad de sus cuadrillas son: el clima, la distancia de acarreo de materiales, el espacio y la relación con los compañeros, considerando este último a diferencia de sus empleados, seguramente por los conflictos y roces que hubo en algún momento.

Opinión Subcontratista Javier jefe de la cuadrilla de repello

Javier es el jefe o dueño de la cuadrilla de repello, pero trabaja con ellos; sólo consideró el clima y el espacio como factores que afectan su tarea.

Opinión de Ingenieros de la empresa Sogosa-Tilmon

Los ingenieros dieron su opinión al igual que el resto de involucrados, para ellos los factores que afectan el proyecto son: el clima, el espacio, la relación con los compañeros, la distancia de acarreo, la falta de herramienta, la falta de materiales, el desorden del sitio y la información poco clara.

Con esta respuesta marcan la diferencia con el resto, reflejan que, a mayor escolaridad o formación, mayor conocimiento del tema de productividad.

Los operarios consideraban un factor (clima, espacio, distancia de acarreo, entre otros) solo si los afectaba en ese instante, de lo contrario no lo toman en consideración, mientras los ingenieros creen importante todo aspecto, sin importar si está presente o no en el proyecto.



Figura No.36: Inspección de ingenieros

Los factores que afectan la productividad en la construcción son realmente muchos, pero en su mayoría son conocidos por todos los implicados o al menos las encuestas dieron la idea que saben

de ellos. Lo sorprendente es que no se contabilizan las repercusiones que estos tienen en el costo de la mano de obra y los tiempos de entrega.

No es suficiente con la información que brindan operarios, subcontratistas e ingenieros, por ello durante los meses del muestreo y visitas se prestó atención a los factores de la productividad, en base a la literatura consultada, y se obtuvo lo siguiente.

Factores con el enfoque de Schroe:

Proceso: Puede decirse que los subcontratos tienen problemas en este tema porque disponen cambios en las tareas de sus empleados sin planificación, como sucedió con el caso de Roger operario 1 de repello, quien estuvo instalando andamios; o el caso de Carlos operario 6 de instalación de paredes, que inicio con la instalación de cielos y lo reintegran en labores de instalación paredes por motivos de atrasos en la entrega de los baños. Otro inconveniente que presentó el proceso de repello de pared de concreto fue que no habían culminado con la actividad y la constructora inicio la instalación de ventanas lo que perjudicó el avance de repello. Falta de planificación y dialogo entre las partes involucradas porque una tarea afectaba la otra.

Inventario: No presentan problemas ya que en todo momento contaron con el material que necesitaban.

Producto: no hubieron quejas o sugerencias por parte de los ingenieros inspectores del TEC por lo que puede considerarse que ambas actividades brindaron al final un producto de calidad.

Factores con el enfoque de Escorche:

Factor Tecnológico: en ninguna de las actividades fue necesario el uso de equipo tecnológico, el repello de pared de concreto se caracteriza por ser una actividad muy artesanal.

Factor Técnico-Organizacional: los instaladores tenían los conocimientos técnicos y el equipo

necesario para llevar a cabo la obra, sin embargo, la relación con el jefe directo, provocó que el hombre de más experiencia renunciara y quedaron con mano de obra prácticamente sólo para la tarea de acabados.

Los hombres dedicados al tema de repello organizacionalmente estaban bien, tenían muy buena comunicación, en algún momento la cuadrilla se aumentó a diferencia de las instalaciones.

Factor Motivacional: El trato respetuoso de los superiores hacia los empleados es fundamental en el estado de ánimo, la productividad que tienen los muchachos de paredes livianas hace pensar que no tenían una actitud activa mientras que los trabajadores independientes se veían trabajando, tranquilos, relajados podría decirse a gusto.

Definitivamente los incentivos hubieran ayudado en gran medida a que los más rezagados y desmotivados se incorporaran con mayor energía a la actividad. En las encuestas algunos de ellos comentaron que se sentirían felices con café o con unos zapatos de seguridad pues los consideran muy costosos.

Factores con el enfoque de F-K-P

Sistema: el sistema blando (ingeniero) no intervino de manera negativa a ninguna de las dos actividades, una vez que dio las especificaciones o los planos (en el caso de paredes livianas), se apartó y dio libertad a los subcontratistas a tomar la responsabilidad del caso. En el sistema duro (personal) se considera que ambos subcontratos contaron con el número de personas correcto para llevar a cabo cada una de las tareas, en algunos casos la mano de obra no era muy calificada por lo que hubo rotación de personal.

Recurso Humano: definitivamente es muy inestable lo cual no trae beneficios, pues la empresa incurre en muchos gastos para poder incorporar nuevo personal y atrasos que nadie quiere por el tema de las multas.

Contar con mano de obra calificada en los proyectos de construcción provoca que se aumente la

productividad y se reduzcan los residuos de materiales

Cultura organizacional: es difícil que una empresa pueda crear una cultura que la caracterice y la diferencie del resto cuando el recurso humano entra y sale en sólo unos meses. Peor aun cuando no maneja sus propias cuadrillas, sino que maneja todo por subcontrato; esto en cuanto a la constructora; en el caso de los subcontratos, puede afirmarse que cada una tiene su propia cultura asociada directamente al comportamiento de los operarios.

Algunas buenas prácticas que tiene el consorcio Sogesa-Tilmón con respecto a la administración de personal, son las charlas de seguridad que debe recibir cada trabajador antes de iniciar sus labores en la construcción lo que disminuye la tasa de accidentes. La supervisión del ingeniero en seguridad en los frentes de trabajo es eficiente.

Garantizar la integridad física de los trabajadores es fundamental para cualquier tipo de empresa, una alta tasa de accidentes en obra es perjudicial para el dinamismo de la producción, de manera que la supervisión del profesional en seguridad laboral y las capacitaciones introductorias que realizó la constructora, redujo las posibilidades de suspender los trabajos por motivo de accidentes.

Es necesario dejar claro que no todos los factores que se pueden observar en las constructoras son negativos, resulta imposible no citar aquello que se está haciendo mal, porque esto permite tomar medidas correctivas, pero definitivamente también hay buenas acciones que benefician la productividad como por ejemplo la reducción de accidentes mediante las capacitaciones, la normativa de seguridad, la rotulación, el equipo de seguridad, el tamaño correcto de las cuadrillas, la disposición de equipo y materiales y la correcta supervisión, son sólo ejemplo de las funciones positivas de la compañía.

La construcción debe estandarizarse poco a poco, una manera de hacerlo es incorporando un equipo interdisciplinario en la industria, carreras que puedan hacer aportes como lo han hecho los ingenieros en seguridad laboral.

James Hunter expresa que casi todo el mundo admite la idea de mejora continua, pero,

por definición, no es posible mejorar sin cambiar, esto significa que no se puede tener miedo al cambio en las organizaciones cuando se desea aumentar los beneficios para todos.

La productividad es un factor íntimamente ligado al rendimiento, la calidad del producto y la reducción del número de errores. En este aspecto, juega un papel fundamental trabajar para reducir los factores negativos y ampliar la lista de factores positivos que caracterizan a la empresa, es la única forma de conseguir mejorar. En la tabla 18 hay algunos ejemplos de factores que afectan tanto positivamente como negativamente.

Tabla 18 Factores que afectan positivamente y negativamente la productividad

Factores que afectan positivamente la productividad	Factores que afectan negativamente la productividad
Buena supervisión	Falta de supervisión
Motivación adecuada	Escasa iluminación
Buena planificación en procesos	Mucha rotación de personal
Crear incentivos	Interrupción del trabajo
Disponer de ayudantes cuando se requiera	Composición y tamaño de cuadrillas
Estandarizar los procesos	Pobre información
Disponer de herramientas, equipo y materiales	Clima

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 3: Identificar las causas que generan desperdicios en la instalación de paredes con panel de cemento marca Permabase y repello de paredes de concreto armado

exclusivamente a la limpieza de los pisos (barrer y recoger cualquier residuo) seguramente para evitar accidentes, tropiezos, pero también funciona como una forma de controlar el material con el que trabajan.

En términos muy generales se considera que los trabajadores de las actividades estudiadas, usan los materiales de una forma óptima esto debido a los resultados de residuos de perfil metálico, Permabase y mortero correspondiente a los gráficos 15,17,18, 19 los residuos no superan el 5% en ninguno de los casos.

En mezcla de mortero, los operarios hacen pequeñas cantidades, intentan calcular el gasto de mezcla de una hora máximo dos horas para evitar que la pasta se dañe, esto en ambas actividades. Esto hizo prácticamente imposible medir los residuos con una balanza analógica. En recorridos dispuestos para revisar los carretillos o baldes utilizados para contener la mezcla no se pudo recolectar un volumen significativo de material como desperdicio pues la herramienta quedaba limpia sin embargo todo material tiene asociado un desperdicio por ello fue necesario considerar el desperdicio que puede haber en los sacos de mezclas de mortero, por ejemplo considerar el olvido de sacos de la mezcla en algún sitio y que este endurezca y ya no se pueda usarse o que se rompa el saco y se pierda parte del contenido. Por ello se acude a la oficina de ingenieros en el proyecto y se consulta el porcentaje de desperdicio.

En paredes livianas, se guían con la ficha técnica de la Permabase, que brinda todas las recomendaciones para hacer el mínimo de cortes. Las medidas de las piezas benefician también que puedan modularse y colocarse de forma vertical u horizontal según convenga.

El perfil metálico sobrante de la estructura de pared liviana fue apilado los para usarse en la estructura de cenefas o el cielo, pero luego por cambios en el diseño no se usaron, de igual forma son materiales que se reciclaron.

En realidad, el control y almacenamiento fue bueno porque tenían una persona

Objetivo 4: Medir el porcentaje de desechos que generan las actividades de instalación de paredes livianas y el repello de paredes de concreto

Los materiales necesarios para llevar a cabo las tareas fueron bastante eficientes según los resultados del pesaje y las consultas a ingenieros y subcontratistas, los cuales colaboraron con algunos números.

En paredes con pánel de cemento marca Permabase

Las láminas de Permabase y el perfil metálico representan el mayor costo y volumen de materia prima, por ello fueron los materiales que se consideraron en el pesaje.

Luego de pesar los residuos de Permabase que estaban aún en el cuarto piso, modulo C se sacó un promedio y así se estimó de forma aproximada el peso total de residuos del edificio.

Debió hacerse de esta manera porque era el material disponible en el proyecto, el cam n recolector había recogido todo el material de desecho.

En la tabla No.14 se presentan los resultados de las aproximaciones. Los desperdicios en Permabase representaron el 0,05%, a pesar que se sabe que el material es muy eficiente se considera un resultado incorrecto pues es demasiado bajo, en visitas anteriores se observó mayor volumen de material y a pesar que se advirtió al personal que era necesario pesar ese material para la investigación no respetaron las instrucciones. Por eso se acude al subcontratista, el cual indicó que según estimaciones ya hechas por la empresa se puede considerar el 1% para desperdicio o residuos, así que tomamos el valor mayor para tener un dato más realista.

El perfil fue pesado, representó el 2%, el número es confiable porque todo el material estaba en el proyecto, sin embargo también se hizo la consulta

para comparar los valores y dio el mismo porcentaje, otro material que se ocupa en gran medida es el mortero para muro seco, al menos este material no presenta desperdicios que puedan ser contabilizados pues no se endurece en un tiempo de dos horas por lo que se considera en cero el desperdicio sin embargo la empresa constructora aconseja tomar en cuenta un 5% por aquellos sacos que pueden endurecerse o romperse durante el proceso.

En repello de paredes de concreto armado

La mezcla de mortero que se usa en el repello de pared de concreto tiene características similares a la mezcla para muro seco, lo que significa que los residuos de mortero para repello en paredes de concreto armado no representan un porcentaje de importancia para los encargados de manejo de residuos en el proyecto.

Ni siquiera existe un espacio destinado a estos, pues no se generan residuos de mortero endurecido, según la ingeniera Rita encargada de la parte medio ambiental de la construcción; se debe precisamente a la compra de mezclas modificadas lo que reduce el desperdicio significativamente.

El mortero está modificado con polímeros y no requiere agua, pues el mezclarlo vuelve al estado plástico, este comportamiento sucede durante las dos primeras horas, lo que favorece a que no se deseche.

Los operarios pueden bajar a tomar café sin preocupación, además procuran hacer la cantidad de mezcla que gastarán en ese tiempo Sin embargo, la constructora considera un 5% en el caso de los morteros por los mismos motivos que se dijeron anteriormente.

El porcentaje de residuos de construcción que se obtuvieron en las actividades analizadas es muy bajo en el caso de perfil metálico 2% y Permabase 1%, menor que los publicados en Lean Six Sigma Institute (figura no. 37), pues en esta publicación se considera alrededor del 5%, esto demuestra la eficiencia de los materiales nuevos,

la reducción del desperdicio en nuevos sistemas constructivos y el uso correcto de los materiales cuando los trabajos son ejecutados por mano de obra calificada.

A pesar que en los morteros el porcentaje es de 5% esto según la constructora podría asegurarse que es menor porque no se mantienen sacos de mezcla en grandes cantidades en bodega (inventario) para evitar que puedan dañarse.

Según la publicación de la empresa Bildek, de los desechos sólidos que se generan a nivel mundial, 30% a 40% provienen de la construcción y la mejor arma para reducir el impacto es evitar el desperdicio, reutilizar y reciclar. Además, el desperdicio en la construcción aumenta los costos de material, transporte y manejo de residuos, en hasta un 15% de costo adicional en materiales. La producción industrial del Steel Framing reduce el desperdicio en estructura a menos del 3%, porque las piezas se

hacen a la medida, utilizando acero completamente reciclable.

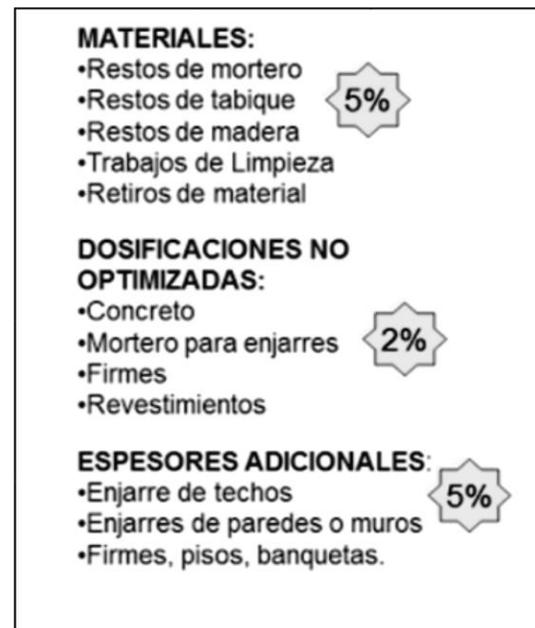


Figura No.37: Porcentajes de residuos de la construcción

Fuente: Lean Six Sigma Institute

Conclusiones

- El método “Muestreo del Trabajo” es un procedimiento sencillo que brinda una confiabilidad del 95%, esto lo convierte en una herramienta útil para mejorar la producción en obras. Aun cuando se genere una reducción inesperada en la muestra por factores externos imposibles de predecir, como sucedió en el estudio, la metodología sigue siendo confiable.
- La productividad en la instalación de paredes con panel cementicio es 46,36%, impactada por la cantidad de actividades involucradas (8) y por el trabajo no productivo un 36.06%, lo que afecta de manera negativa el desarrollo del proyecto.
- La productividad en el repello de paredes de concreto armado del edificio alcanza un 50,00%, afectada considerablemente por la distancia de acarreo del material y por el trabajo no contributivo del 18.64%. El desempeño en la ejecución mejoraría con un ayudante para hacer la mezcla de mortero.
- Los procesos en estudio no obtienen el valor óptimo del trabajo productivo, el cual se estima en un 60,00% según Serpell. Es necesario medir el desempeño e identificar las fuentes de pérdida de recursos para mejorar la ejecución, y aumentar los porcentajes productivos en cada tarea.
- La información que se obtiene a partir de la tabulación es fundamental ya que, refleja el comportamiento del personal durante la faena, algunas prácticas no contributivas como: hablar, no estar en el área de trabajo y usar el teléfono celular, afectan significativamente el avance de la obra, por tanto, la indagación realizada puede emplearse por el administrador de obra en la toma de medidas correctivas.
- Los principales factores que tienen un efecto negativo en la productividad de los procesos en estudio son: el agrupamiento de muchos trabajadores en espacios reducidos, la falta de una supervisión adecuada, la ubicación inapropiada de los materiales, la temperatura o clima adverso en el sitio y la mano de obra no calificada. En consecuencia, se deben hacer cambios para corregir estas situaciones concretas.
- La capacitación del personal, que recopila y tabula los datos del muestreo es fundamental, dado que, cualquier error podría ocasionar interpretaciones incorrectas de la mano de obra, y hacer incurrir a la empresa constructora o en este caso a la oficina de ingeniería, a tomar decisiones no acertadas intentando subsanar el sistema productivo.
- Si se interviene para restaurar los procesos constructivos entonces aumentarían los beneficios y ganancias de los involucrados directos e indirectos como agentes vendedores, restaurantes, comercio, entre otros; lo que provoca que aumentar el nivel de vida, se convierte en un bien común.
- La planificación, programación y dirección semanal del subcontratista es fundamental para maximizar la efectividad del recurso y reducir los tiempos no productivos.
- Largas distancias de: los materiales y los servicios sanitarios, deja en evidencia que la logística del sitio no contribuye en la eficiencia de los trabajos, de modo que, el diseño del sitio podría mejorarse, así lo evidencia también la encuesta aplicada a los ingenieros residentes.
- Los factores que afectan la productividad de manera negativa según el subcontratista, los operarios e ingenieros, de mayor a menor impacto son: el clima, la distancia de acarreo, el espacio y el desorden del sitio respectivamente.
- El impacto adverso que ocasiona un grupo de trabajadores en un área reducida es evidente; convierte el espacio en un sitio

peligroso por esta razón, deben planificarse de la mejor manera las tareas para evitar accidentes y favorecer el desempeño del personal de construcción.

- Los empleados disponen del equipo, herramienta y material que necesitan para llevar a cabo la tarea asignada por el superior, lo que destaca que la constructora tiene un control eficiente de inventario de insumos y herramienta.
- Los operarios de mayor edad tenían un sentido de responsabilidad más fuerte que los empleados jóvenes y repercuten de manera positiva en la competitividad de la constructora Sogeosa-Tilmon debido a la experiencia, el conocimiento y la calidad de los trabajos que realizan.
- El diseño y aplicación de nuevos materiales busca: producir el material más adecuado en cuanto a características, reducir el gasto energético y finalmente disminuir los desperdicios que se generan

en las edificaciones. De esta forma, los morteros dosificados y el panel de Permabase representan la incorporación de estos y su eficiencia en los proyectos.

- El porcentaje de desechos que se genera en este proyecto específico la instalación de pared con panel cementicio fue: 1%, en Permabase, 2% en perfil metálico y en mezcla de mortero 5%.
- El porcentaje de desechos que genera el repello de pared de concreto armado fue del 5% en mortero según datos de la constructora.
- A pesar que en ambos procesos constructivos el número muestras totales para hacer el análisis de la productividad varió por las razones ya explicadas el error no aumentó al 6% lo que confirma que los resultados de productividad son más del 94% confiables.

Recomendaciones

- Usar los datos de la investigación como base para las estimaciones de costos y tiempos de los proyectos del TEC especialmente extras y órdenes de cambio
- Controlar aquellas actividades donde se concentra la mayor cantidad de horas como, por ejemplo: la instalación de cielos, la instalación de paredes, el enchape de baños, pues son las que tienen mayor impacto en los costos de mano de obra.
- Reducir la distancia de acarreo de materiales, mejorar la supervisión, reorganizar cuadrillas para culminar la obra sin sobre costos.
- Identificar en la demás actividad de dónde vienen los factores que influyen negativamente para tomar medidas correctivas que reduzcan los tiempos no productivos para alcanzar y mantener el valor óptimo de productividad.
- Realizar reuniones semanales con los empleados y proponer metas semanales con el objetivo de planificar el trabajo por semanas y comunicar a todos de los propósitos.
- Crear un sistema de incentivos para los empleados como herramienta para mejorar la productividad y la motivación de los operarios.

Anexos

Los anexos que se incluyen son 7

1. Tablas del muestreo de paredes
2. Tablas del muestreo de repello de paredes livianas
3. Lista de materiales requeridos para la instalación de paredes
4. Lista de materiales requeridos para el repello
5. Encuestas Aplicadas
6. Glosario
7. Ficha Técnica de la Permabase

Anexo1: Tablas Muestreo de Paredes Livianas.

MUESTREO INSTALACIÓN DE PAREDES LIVIANAS												
No.de Semana	No. De Observación.	Tiempo aleatorio	op1	op2	op4	op5	op6	op8	op9	op10	op11	op12
			Jonathan	Bryan	Rafa	Arguello	Carlos	Rafael Brenes	Rigoberto	Rodolfo	Roger	Adrián
semana 1	martes 8 de marzo 2016											
	1	9:24 a.m.	M.E.T.	A.R.	A.R.	A.R.	C.PER.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	C.PER.
	2	10:29 a.m.	I.PER.	A.R.	A.R.	A.R.	I.PER.	A.R.	H.M.	N.A.T.	A.R.	C.PER.
	3	11:21 a.m.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	A.R.	A.R.	N.A.T.	A.R.	N.A.T.
	miércoles 9 de marzo 2016											
	4	1:37 p.m.	H.	C.	N.A.T.	N.A.T.	H.	A.R.	A.R.	N.A.T.	A.R.	N.A.T.
	5	2:42 p.m.	M.E.T.	N.A.T.	N.A.T.	A.P.	E.H.	A.R.	H.M.	N.A.T.	H.M.	A.PER.
	6	3:33 p.m.	C.	A.R.	A.R.	A.P.	A.PER.	A.R.	R.H.	N.A.T.	H.M.	C.PER.
	jueves 10 de marzo 2016											
	7	9:23 a.m.	I.PER.	N.A.T.	M.E.T.	A.P.	I.PER.	N.A.T.	N.A.T.	C.	N.A.T.	C.
8	10:30	N.A.T.	A.R.	A.R.	A.P.	I.PER.	A.R.	M.E.T.	N.A.T.	A.R.	C.	
9	11:27a.m.	N.A.T.	A.R.	N.A.T.	A.P.	I.PER.	A.R.	A.R.	C.	A.R.	N.A.T.	

MUESTREO INSTALACIÓN DE PAREDES LIVIANAS

No.de Semana	No. De Observación.	Tiempo aleatorio	op1	op2	op4	op5	op6	op8	op9	op10	op11	op12
			Jonathan	Bryan	Rafa	Arguello	Carlos	Rafael Brenes	Rigoberto	Rodolfo	Roger	Adrián
martes 15 marzo												
	10	8:40 a.m.	C.P.M.	N.A.T.	C.M.	U.C.	I.P.M.	A.R.	A.R.	C.	A.R.	C.PER.
	11	9:45 a.m.	I.PER.	A.R.	A.R.	A.P.	I.PER.	A.R.	A.R.	U.C.	H.M.	C.PER.
	12	10:42 a.m.	I.PER.	C.M.	C.M.	A.P.	C.A.	H.	A.R.	N.A.T.	A.R.	N.A.T.
miércoles 16 marzo												
semana 2	13	2:35 p.m.	I.PER.	A.P.	A.P.	A.P.	I.PER.	A.R.	A.R.	I.P.M.	H.M.	C.
	14	3:32 p.m.	H.	A.P.	A.P.	A.P.	N.A.T.	A.R.	A.R.	I.P.M.	N.A.T.	H.
	15	4:30 p.m.	I.PER.	N.A.T.	L.H.	N.A.T.	H.	N.A.T.	N.A.T.	I.P.M.	N.A.T.	H.
jueves 17 marzo												
	16	8:50 a.m.	C.	R.H.	N.A.T.	A.P.	C.	A.R.	H.	N.A.T.	D.L.	N.A.T.
	17	9:59 a.m.	I.PER.	A.R.	L.H.	A.P.	C.PER.	M.E.T.	H.	H.	D.L.	C.PER.
	18	10:53 a.m.	I.PER.	C.	C.	A.P.	A.PER.	A.R.	A.R.	H.	D.L.	A.PER.

MUESTREO INSTALACIÓN DE PAREDES LIVIANAS

No.de Semana	No. De Observación.	Tiempo aleatorio	op1	op2	op4	op5	op6	op8	op9	op10	op11	op12
			Jonathan	Bryan	Rafa	Arguello	Carlos	Rafael Brenes	Rigoberto	Rodolfo	Roger	Adrián
semana 3	martes 29 marzo											
	19	10:56 a.m.	A.PER.	A.PER.	A.PER.	H.	A.PER.	A.R.	N.A.T.	N.A.T.	A.R.	N.A.T.
	20	11:51 a.m.	A.PER.	A.PER.	A.PER.	A.P.	A.PER.	A.R.	N.A.T.	A.P.	M.E.T.	A.PER.
	21	12:57 p.m.	C.PER.	N.A.T.	A.R.	A.P.	C.P.M.	A.R.	A.R.	N.A.T.	A.R.	C.P.M.
	jueves 31 marzo											
	22	2:06 p.m.	I.PER.	A.R.	A.R.	A.P.	I.PER.	A.R.	E.	D.I.	A.R.	C.PER.
	23	3:10 p.m.	I.PER.	A.R.	A.R.	A.P.	I.PER.	A.R.	A.R.	C.P.M.	N.A.T.	N.A.T.
	24	4:07 p.m.	I.PER.	A.R.	A.R.	A.P.	I.PER.	L.H.	L.H.	N.A.T.	A.R.	C.PER.
	sábado 2 de abril											
	25	9:47 a.m.	I.PER.	A.R.	A.R.	A.P.	A.PER.	N.A.T.	N.A.T.	D.I.	D.L.	C.PER.
	26	10:30 a.m.	I.PER.	A.R.	A.R.	C.	H.	C.	A.R.	N.A.T.	D.L.	N.A.T.
27	11:34 a.m.	R.H.	L.H.	N.A.T.	C.	R.H.	A.R.	A.R.	N.A.T.	D.L.	R.H.	

MUESTREO INSTALACIÓN DE PAREDES LIVIANAS

No.de Semana	No. De Observación.	Tiempo aleatorio	op1	op2	op4	op5	op6	op8	op9	op10	op11	op12	
			Jonathan	Bryan	Rafa	Arguello	Carlos	Rafael Brenes	Rigoberto	Rodolfo	Roger	Adrián	
martes 5 abril													
Semana 4	28	9:30 a.m.	I.P.M	L.P.	L.P.	A.P.	I.P.M.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	H.	
	29	10:32 a.m.	H.	N.A.T.	L.P.	N.A.T.	H.	A.R.	A.R.	H.	A.R.	H.	
	30	11:38 a.m.	I.P.M.	H.	M.E.T.	A.P.	I.P.M.	A.R.	L.H.	N.A.T.	N.A.T.	I.P.M.	
	miércoles 6 de abril												
	31	1:30 p.m.	H.	L.P.	M.E.T.	A.P.	I.P.M.	A.R.	A.R.	I.P.M.	H.M.	I.P.M.	
	32	2:00 p.m.	I.P.M.	N.A.T.	A.R.	A.P.	N.A.T.	A.R.	A.R.	I.P.M.	N.A.T.	I.P.M.	
	33	2:30 p.m.	I.P.M.	L.P.	A.R.	N.A.T.	H.	N.A.T.	N.A.T.	I.P.M.	N.A.T.	H.	

Anexo 2: Tablas Muestreo de Repello de Paredes de Concreto Armado.

Muestreo de Repello de paredes de concreto armado													
hora propuesta			10:07a.m	10:37a.m	11:07a.m	11:37a.m	1:07p.m.	1:37p.m.	2:07p.m.	2:37p.m.	3:07p.m.	3:37p.m.	4:07p.m
fecha	Ubicación	operario											
día 1 : jueves 21 abril	PISO 3 MÓDULO A	1.Roger	H.	R.	H.	R.	R.	N.A.T.	N.A.T.	M.E.T.	R.	R.	L.H.T.
	PISO 3 MÓDULO C	2.Rigoberto	H.M.	R.	R	R.	R.	H.M.	R.	R.	R.	R.	N.A.T.
	PISO 3 MÓDULO B	3.Rafael	R.	R.	R	H.M.	N.A.T.	R.	R.	R.	R.	N.A.T.	N.A.T.
	PISO 3 MÓDULO C	4.Javier	C.	R.	L.A.T.	R.	N.A.T.	L.A.T.	R.	R.	R.	R.	L.A.T.
	PISO 1 MÓDULO B	5.Keylor	R.	N.A.T.	R	R.	H.M.	R.	N.A.T.	M.E.T.	R.	R.	R
	PISO 1 MÓDULO A	6.Fabio	R.	R.	H.M.	M.E.T.	R.	M.E.T.	R.	R.	L.A.T.	M.E.T.	R

Muestreo de Repello de paredes de concreto armado

hora propuesta		8:45 a.m.	9:15am+2	9:45am +1	10:15am + 2	10:45am + 4	11:15am + 9	11:45am +8	1:05 pm.	1:35pm+0	2:05pm+4	2:35pm+8
Ubicación	operario	I muestreo	II muestreo 9:17am	III muestreo 9:46 am	IV muestreo 10:17 am	V muestreo 10:49 am	VI muestreo 11:24 am	VII muestreo 11:53 am	VIII muestreo 1:05pm	IX muestreo 1:35pm	X muestreo 2:09 pm	XI muestreo 2:43pm
AFUERA	1.Roger	N.A.T.	N.A.T.	M.E.T.	N.A.T.	N.A.T.	I.A.	H.	I.A.	I.A.	I.A.	I.A.
PISO 3 MÓDULO C	2.Rigoberto	R.	N.A.T.	H.M.	R.	N.A.T.	M.E.T.	R.	N.A.T.	R.	M.E.T.	R.
PISO 3 MÓDULO B	3.Rafael	R.	N.A.T.	R.	R.	R.	R.	H.	R.	H.	R.	R.
PISO 3 MÓDULO C	4.Javier	R.	N.A.T.	N.A.T.	R.	R.	M.E.T.	H.	H.	N.A.T	ANOTANDO	H.M.
AFUERA	5.Keylor	H.M.	N.A.T.	S.A.	N.A.T.	R.	R.	R.	S.A.	R.	R.	H.M.
PISO 2 MÓDULO A	6.Fabio	L.H.T	N.A.T.	H.M.	R.	R.	R.	L.A.T.	H.	R.	L.A.T.	H.M.

Muestreo de Repello de paredes de concreto armado

hora propuesta		9:30am	10.00 am	10:30 am+4	11:00 +6	11:30 +5	12:00MD+5	1:36pm	2:06 +9	02:36+5	3:06+7	3:36+0	
Ubicación	operario	I muestreo 9:30am	II muestreo 10:09am	III muestreo 10:34am	IV muestreo 11:06 pm	V muestreo 11:35am	VI muestreo 12:05pm	VII muestreo 1:36pm	VIII muestreo 2:15pm	IX muestreo 2:41pm	X muestreo 3:13pm	XI muestreo 3:36pm	
día 3: miércoles 27 abril	AFUERA COSTADO NORTE	Roger	N.A.T.	I.A.	I.A.	N.A.T.	N.A.T.	I.A.	I.A.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.
	AFUERA COSTADO NORTE	Rigoberto	N.A.T.	R.	R.	R.	L.A.T.	N.A.T.	R.	M.E.T.	N.A.T.	N.A.T.	S.A
	PISO 4 MÓDULO A	Rafael	N.A.T.	R.	R.	R.	M.E.T.	R.	H.M.	L.A.T.	R.	R.	R.
	PISO 4 MÓDULO C	Javier	N.A.T.	N.A.T.	L.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	R.	R.	N.A.T.	N.A.T.	R.	R.
	AFUERA COSTADO NORTE	Keylor	N.A.T.	R.	R.	R.	H.	S.A.	R.	R.	S.A.	H.M	H.M.
	PISO 2 MÓDULO A	Fabio	N.A.T.	R.	R.	E.C.	R.	L.A.T.	L.A.T.	H.M.	M.E.T.	N.A.T.	N.A.T.

Muestreo de Repello de paredes de concreto armado

hora propuesta		8:32	9:02+8	9:32am+ 2	10:02 +7	10:32+4	11:02+5	11:32+5	12:02 pm+8	1:47pm	2:17pm+ 9	2:47pm+ 4
Ubicación	operario	I muestre o 8:32am	II muestre o 9:10am	III muestreo 9:34am	IV muestre o 10:08am	V muestre o 10:36am	VI muestre o 11:07am	VII muestre o 11:37am	VIII muestreo 12:10pm	IX muestre o 1:47pm	X muestreo 2:26pm	XI muestreo 2:51pm
AFUERA COSTAD O ESTE	Roger	S.A.	C.G.R.	N.A.T.	R.	H.M.	N.A.T.	R.	N.A.T.	H.	N.A.T.	R.
PISO 4 MÓDULO C	Rigobert o	R.	N.A.T.	N.A.T.	R.	R.	R.	R.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	R.
PISO 4 MÓDULO A	Rafael	C.	N.A.T.	N.A.T.	R.	R.	R.	R.	N.A.T.	R.	H.	R.
PISO 4 MÓDULO C	Javier	R.	N.A.T.	N.A.T.	C.	L.A.T.	R.	R.	N.A.T.	H.	R.	C.
AFUERA COSTAD O NORTE	Keylor	S.A.	N.A.T.	N.A.T.	N.A.T.	R.	R.	R.	N.A.T.	R.	R.	R.
PISO 2 MÓDULO A	Fabio	N.A.T.	C.	N.A.T.	H.M.	R.	R.	R.	N.A.T.	NA.T.	M.E.T.	L.A.T.

día 4:
jueves
28
abril

Muestreo de Repello de paredes de concreto armado

	hora propuesta	9:40 a. m.	9:40 a.m.	10:10+1	10:40+ 5	11:10+2	11:40+3		1:48+0	2:18pm+ 2	2:48+5	3:18+7	3:48+8
	Ubicación	operario	I muestre o 9:40am	II muestre o 10:11am	III muestre o 10:45 am	IV muestre o 11:12am	V muestre o 11:43am	VI muestre o 1:18pm	VII muestre o 1:48pm	VIII muestreo 2:20 pm	IX muestre o 2:53pm	X muestre o 3:25pm	XI muestre o 3:56pm
día 5: miércoles s 4 de mayo	PISO 3 MÓDULO A	1.Roger	H.	R.	N.A.T.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.
	AFUERA COSTAD O SUR	2.Rigoberto	H.M.	R.	R.	R.	R.	H.	R.	R.	R.	N.A.T.	R.
	PISO 4 MÓDULO A	3.Rafael	M.E.T.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	H.M.	R.	R.	R.
	PISO 4 MÓDULO C	4.Javier	C.	M.P.	N.A.T.	U.C.	R.	R.	R.	R.	R.P.G.	R.	R.
	PISO 3 MÓDULO A	5.Keylor	C.	R.	R.	R.	R.	R.	H.M.	R.	R.	R.	R.
	PISO 3 MÓDULO C	6.Fabio	N.A.T.	R.	C.	H.M.	N.A.T.	M.E.T.	R.	N.A.T.	R.	L.A.T.	R.

Muestreo de Repello de paredes de concreto armado

hora propuesta		8:35 a.m.	9:05+8	9:35+1	10:05+2	10:35+3	11:05 +03	11:35+6	1:27pm	1:57 +6	2:27+3	2:57 +7	
Ubicación	operario	I muestre o 8:35am	II muestre o 9:13 am	III muestre o 9:36 am	IV muestre o 10:07am	V muestre o 10:38 am	VI muestreo 11:08am	VII muestre o 11:41 am	VIII muestre o 1:27 pm	IX muestre o 2:03 pm	X muestre o 2:30 pm	XI muestre o 3:04 pm	
día 6: jueves 5 MAY O	PISO 3 MÓDULO A	1.Roger	M.E.T.	H.	H.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	L.A.T.
	AFUERA COSTADO SUR	2.Rigoberto	S.A.	N.A.T.	N.A.T.	H.M.	R.	R.	N.A.T.	R.	N.A.T.	N.A.T.	C.
	PISO 4 MÓDULO A	3.Rafael	R.	N.A.T.	N.A.T.	L.A.T.	R.	R.	R.	L.A.T.	R.	R.	R.
	PISO 4 MÓDULO C	4.Javier	N.A.T.	H.	N.A.T.	L.A.T.	R.	R.	R.	L.A.T.	R.	R.	R.
	PISO 3 MÓDULO A	5.Keylor	R.	N.A.T.	N.A.T.	R.	R.	R.	R.	R.	H.M.	R.	N.A.T.
	PISO 3 MÓDULO C	6.Fabio	R.	H.M.	N.A.T.	R.	H.M.	R.	R.	M.E.T.	R.	R.	R.

Anexo 3: Lista de materiales requeridos en la instalación de paredes con panel cementicio marca Permabase

Descripción del material	Cantidad requerida
Track 4X10 en 0,7 mm	1800 unidades
Stud 4X9 en 0,7 mm	6700 unidades
Lámina permabase 4X8X1/2"	4900 unidades
Mortero para muro seco	2425 sacos de 25 kg
Fibra de vidrio con papel kraft (aislante)	500 sacos
Malla fibra de vidrio	600 rollos

Anexo 4: Lista de materiales requeridos en el repello de paredes de concreto armado

Descripción del material	Cantidad requerida
Mortero para concreto	189 sacos de 40kg

Anexo 5: Encuestas

Proyecto: Nuevo Edificio de Residencias Estudiantiles ITCR
Constructora a cargo de la Obra: Sogeosa-Tilmon
Actividad a Analizar: Instalación de paredes Livianas
Encuesta a Instaladores de pared
No. de personas en estudio: 12
Fecha de la encuesta: 2 de marzo 2016

1-¿Tiene las instrucciones necesarias para hacer la actividad?

Todos responden que sí

2-¿Cuenta con los materiales y el equipo necesario para llevar a cabo la tarea?

Todos responden que sí

3-¿Recibe los materiales a tiempo?

Todos responden que sí

4-¿Cuánto tiempo ha realizado esta actividad anteriormente?, pregunta abierta

Jonathan= 7 años (coloca pasta)

Bryan= 4 años (coloca pasta)

Humberto= 19 años (coloca pasta)

Rafa= 2 años (coloca pasta)

Bryan Argüello= 6años (repello)

Manuel= 2 años (coloca perfilería)

Rafael Brenes= 30 años (repello pared)

Rigoberto= 10 años (repello pared)

Rodolfo = 20 años (perfilería)

Roger= 15 años (repello)

Adrián= 15 años (perfilería)

Carlos=1 mes (coloca perfilería)

5- Cómo considera que es el tamaño de su cuadrilla:

- a) el correcto=6
- b) es grande=0
- c) es pequeño=5

6-De los siguientes factores, cuáles considera que afecta la actividad que está realizando:

- a) Clima=7
- b) Espacio=3
- c) Relación con compañeros=0
- d) Distancias de acarreo=3
- e) Falta de herramientas=0
- f) Falta de materiales=0
- g) Desorden del sitio = 3

7- ¿Cómo es su espacio de trabajo?

- a) Limpio=8
- b) Ordenado=8
- c) Espacioso=8
- d) Poco espacioso=1
- e) Varia= 2

8- El trato que recibe de sus compañeros y superiores es:

- a) Cordial y respetoso= 11
- b) Regular
- c) Malo

9- considera que las condiciones de seguridad son:

- a) Buenas = 7
- b) Malas= 1
- c) Regulares= 3

10- Que recomendaría para mejorar sitio de trabajo

Jonathan= que les compren zapatos de seguridad porque el sueldo no le alcanza

Bryan= que les den café

Humberto= nada

Rafa= dejar el área de trabajo limpio y ordenado

Bryan Argüello= ayudante

Carlos= evitar el acoso laboral (que no lo vigilen)

Manuel= evitar cortes eléctricos

Rafael Brenes= dejar el área de trabajo limpio y ordenado

Rigoberto= ayudante

Rodolfo (jefe)

Roger= menos gente en el área de trabajo

Adrián = nada

h) Información poco clara= No

3- ¿Cuenta con las condiciones adecuadas dentro del proyecto para realizar en forma productiva su trabajo? Sí

Proyecto: Nuevo Edificio de Residencias Estudiantiles ITCR
Constructora a cargo de la Obra: Sogosa-Tilmon
Actividad a Analizar: Instalación de paredes Livianas
Encuesta a Ingenieros residentes
Fecha de la encuesta 2 de marzo

1-¿Conoce usted qué significa la productividad? Sí

2- De los siguientes factores, cuáles considera que afecta la actividad que está realizando:

- i) Clima= Sí
- j) Espacio= Sí
- k) Relación con compañeros= Sí
- l) Distancias de acarreo= Sí
- m) Falta de herramientas= Sí
- n) Falta de materiales= Sí
- o) Desorden del sitio = Sí
- p) Información poco clara= Sí

3- ¿Quien realizó el diseño de sitio de esta obra? El ITCR

4-¿Considera que su diseño de sitio es el apropiado? No

5- En caso de que sea no la pregunta 4, ¿qué cambiaría?

Colocar las estructuras temporales como oficinas fuera del área en construcción

6- ¿Considera que la mano de obra contratada reúne las características deseadas para el Proyecto? Sí

7-¿Qué porcentaje del trabajo lo realiza mediante subcontratación?

- a) 0-25
- b) 25-50**
- c) 50-75
- d) 75-100

Proyecto: Nuevo Edificio de Residencias Estudiantiles ITCR
Constructora a cargo de la Obra: Sogosa-Tilmon
Actividad a Analizar: Instalación de paredes Livianas
Encuesta al Subcontratista de Paredes
Fecha de la encuesta 2 de marzo

1-¿Conoce que significa productividad? Sí

2- De los siguientes factores, cuáles considera que afecta la actividad que está realizando:

- a) Clima= Sí
- b) Espacio= Sí
- c) Relación con compañeros= Sí
- d) Distancias de acarreo= Sí
- e) Falta de herramientas= No
- f) Falta de materiales= No
- g) Desorden del sitio = No

8- ¿Considera que los subcontratistas alteran el avance de la obra? Sí

9. ¿Qué estrategia utilizan para la selección de los subcontratistas?

- a) Costo
- b) Rendimientos
- c) experiencia en otros proyectos
- d) calidad

10. ¿Cuáles de los procesos del proyecto considera el más crítico con relación a la productividad?

La Obra Gris

Glosario

Actividades Contributivas

Acciones que no contribuyen en forma directa, pero son necesarias para la producción.

Actividades Improductivas

Acciones que no provocan un avance en la producción.

Actividades Productivas

Acciones que contribuyen en forma directa a la producción.

Construcción Liviana

Se le conoce también como construcción en seco, es un sistema industrializado que tiene como principio la utilización de productos ligeros, materiales con espesores no mayores a una pulgada y que no requiere la adición de mezclas de agua, arena, cemento.

Cuadrilla

Conjunto organizado de personas que realizan un trabajo o llevan a cabo una actividad determinada.

Mano de Obra Calificada

Se refiere a los trabajadores que cuentan con las capacitaciones o estudios técnicos para realizar una tarea de la mejor manera.

Paredes Livianas

Es el producto de la utilización de una estructura de soporte en hierro o madera y una lámina de fibrocemento, madera contrachapada que sirva como forro, es un proceso constructivo rápido.

Permabase

Materia prima que sirve como cubierta de la estructura de paredes livianas está constituida por cemento y malla de fibra de vidrio.

Productividad

La productividad es la relación entre los productos que se obtienen y los recursos que emplean para ello.

$$productividad = \frac{No. de productos obtenidos}{No. de recursos empleados}$$

Productividad Laboral

Indicador de eficiencia y relaciona las horas que se deben laborar para conseguir un producto.

Repello

Revestimiento de muros, columnas y vigas con cemento y arena que puede cumplir la función de protección, impermeabilización o mejorar la estética del elemento.

Residuos

Término que se usa normalmente para designar a todos aquellos restos y sobrantes que quedan del consumo que el ser humano hace de manera cotidiana.

Stud

Canal de acero galvanizado, existe en variedad de tamaños y calibres y funciona como poste estructural.

Track

Canal de acero galvanizado donde se apoyan y atornillan los elementos verticales de la estructura de pared

Referencias

ALBAÑILERÍA. Cuba: Editorial Pueblo y educación.

- A.Cabrera; M. Ledezma; N. Rivera (2011). **EL IMPACTO DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN.** Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo L, núm. 5, p. 83-91.
- Abad,F.; Rivero F. 2004. **DISEÑO DE UN MODELO PARA GERENCIAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN EN OBRAS DE INGENIERÍA.** Proyecto de investigación. Universidad Católica Andres Bello, Caracas, 91 p.
- C. Fragachan.; C. Portela.; G. Kastner (1986). **EXPERIENCIAS Y LIMITACIONES DE EMPRESAS VENEZOLANAS EN MATERIA DE PRODUCTIVIDAD.** Simposio IESA. Caracas.
- Cevallos, M. 2012. **CONTROL DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DEL PROGRAMA HABITACIONAL DE INTERÉS SOCIAL CIUDAD ALEGRÍA.** Trabajo final. Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, 128 p.
- D. William, J. Callister.(2007). **INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES.** Barcelona: Editorial Reverté .
- E. Allmon (2000). U.S. **TEDENCIAS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO EN CONSTRUCCION, 1970–1998.**
- Gil, M. 2001. **DIAGNOSTICO DE LOS FACTORES DE PRODUCTIVIDAD EN LA MEDIANA INDUSTRIA DEL GALVANIZADO EN CALIENTE DEL ESTADO DE LARA.** Trabajo de grado. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado,Venezuela, 107 p.
- G. Domínguez, O. Hernández. (1980) **TECNOLOGÍA Y PRÁCTICA DE**
- J Granados. 1986. **EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS COMO BASE PARA LA CORRECTA ADMINISTRACIÓN DE UNA OBRA CIVIL.** Tesis. Instituto Tecnológico de Construcción, México. 74 p.
- I.Chiavenato.(1999). **ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.** Colombia:Editorial Gegance Learnin.11ª Edición.
- J. Mercader (2009).**TRABAJADORES MADUROS. UNA ANALIZAR MULTIDISCIPLINAR DE LA REPERCUCION DE LA EDAD EN EL AMBITO SOCIAL.** España: editorial Lexnova S.A. 1ª Edición
- J.Pons. (2014). **INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN SIN PERDIDAS** No1:70p. Revista de Ingeniería y Gestión de la Construcción, 126, 97-104.
- R.Schroeder. (1992). **ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES.** México: Mc Graw Hill. 3ª Edición.
- V. Escorche. (1990). **PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD MANUAL DEL CONSULTOR.** Caracas: Editorial Nuevos Tiempos.
- W. Eduards.(1989).**CALIDAD, PRODUCTIVIDAD, COMPETITIVIDAD DE LA CRISIS.** Madrid: Editorial Díaz de Santos S.A.