



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TÍTULO:
RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA DE LOS PRINCIPALES
RUBROS: COMPROBACIÓN REAL EN EL SITIO DE OBRA.**

**AUTOR (A):
LASCANO IÑIGUEZ, MIGUEL ANGEL.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

**TUTOR:
ING. SUÁREZ RODRIGUEZ, MARCO.**

**Guayaquil, Ecuador
2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Miguel Angel Lascano Iñiguez**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR (A)

Ing. Marco Suárez Rodríguez

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Stefany Alcívar Bastidas, Mgs.

Guayaquil, a los 17 días del mes de marzo del año 2015.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Miguel Angel Lascano Iñiguez**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación: **Rendimiento de mano de obra de los principales rubros: comprobación real en el sitio de obra**, previa a la obtención del Título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de marzo del año 2015.

EL AUTOR (A)

Miguel Angel Lascano Iñiguez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Miguel Angel Lascano Iñiguez**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Rendimiento de mano de obra de los principales rubros: comprobación real en el sitio de obra**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de marzo del año 2015

EL AUTOR(A):

Miguel Angel Lascano Iñiguez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la fortaleza y sabiduría necesaria durante la ejecución de este trabajo, y a cada una de las personas que participaron e hicieron posible su culminación, muchas gracias por brindarme su apoyo y

conocimientos:

Ing. Marco Suarez.

Ing. Miguel Lascano G.

Ing. Antonio Beltrán.

Ing. Aldo y Renato Parodi de Sismotec S.A.

Arq. Daniel Centeno.

Ing. Juan Ibarra.

Ing. Jose Wonsang.

De igual manera agradezco a Ripconciv Cía. Ltda. y a sus colaboradores en la construcción del edificio Emporium, por permitirme realizar este trabajo de investigación, en especial al personal Técnico conformado por:

Ing. Wilfrido Clavijo.

Ing. Héctor Mera.

Arq. Holger Guerra.

Ing. Juan Andrés Moran.

Ing. Danny Bravo.

Les doy gracias por brindarme sus conocimientos para la finalización de este trabajo

Miguel Angel Lascano Iñiguez

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi familia, amigos y principalmente a nuestros padres, Miguel Ángel Lascano G. y Alexandra Iñiguez, que nunca se han rendido ante cualquier adversidad y siempre han luchado por el bienestar de sus hijos, les doy gracias por permanecer siempre a nuestro lado y les dedico este título, porque sin ustedes no podría haberlo logrado.

A nuestra abuelita Blanca y a Lorena, por siempre estar a nuestro lado dándonos ánimos y apoyándonos a mí y a mis hermanos, le pido a Dios que siempre estén a nuestro lado observando nuestros éxitos y que las bendiga por formar parte de nuestra vida.

Y especialmente a mis hermanos, quienes fueron mi motivación para conseguir este título. Aunque a veces tengamos nuestros conflictos y diferencias, quiero que sepan que los quiero y como su hermano mayor siempre estaré a su lado brindándoles mi apoyo y espero que en un futuro no muy lejano logren alcanzar sus metas en cada una de que se propongan y logren demostrar de los que son capaces a cada uno de sus detractores.

Miguel Angel Lascano Iñiguez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

CALIFICACIÓN

**Ing. Marco Suárez Rodríguez
TUTOR**

ÍNDICE GENERAL

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
OBJETIVOS.....	3
ALCANCE	4
METODOLOGÍA	5
CAPITULO 1: CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO.....	6
1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEADO	7
1.2.1 CIMENTACIÓN	7
1.2.2 ESTRUCTURA.....	8
1.2.3 ALBAÑILERIA	10
1.3 PLANTAS ARQUITECTONICAS Y ESTRUCTURALES	13
1.3.1 MODELO FACHADA 3D	13
1.3.2 PLANTA ARQUITECTONICA TIPO	14
1.3.3 PLANTA ESTRUCTURAL TIPO.....	15
CAPITULO 2: RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA	16
2.1 DEFINICION.....	17
2.2 ASPECTOS QUE AFECTAN Y DETERMINAN A LOS RENDIMIENTOS	17
2.2.1 ECONOMIA GENERAL.....	17
2.2.2 ASPECTOS LABORALES.....	18
2.2.3 CLIMA	18
2.2.4 ACTIVIDAD	19
2.2.5 EQUIPAMIENTO.....	19

2.2.6 SUPERVISION	20
2.2.7 TRABAJADOR	20
2.3 CALCULO DE RENDIMIENTOS EN SITIO	21
CAPITULO 3: DESARROLLO DEL TRABAJO – EDIFICIO EMPORIUM ...	23
3.1 DESCRIPCION GENERAL.....	23
3.2 INTRODUCCION PREVIA A LA RECOPIACION DE DATOS EN OBRA	24
3.3 TOMA DE DATOS	25
3.3.1 RENDIMIENTOS EN LA ESTRUCTURA	26
3.3.2 RENDIMIENTOS EN LA ALBAÑILERIA.....	29
3.4 ANALISIS ECONOMICO DE LOS DATOS TOMADOS EN SITIO	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupos de cuadrillas presentadas por el Dr. Suárez Salazar	26
Tabla 2. Productividad de la cuadrilla promedio, en rubros estructurales	28
Tabla 3. Toma de datos de rendimientos en rubros de albañilería	31
Tabla 4. Productividad de la cuadrilla promedio, en rubros de albañilería ...	32
Tabla 5. Análisis de Precio Unitario de uno de los rubros del edificio	35
Tabla 6. Análisis comparativo monetario de los rendimientos programados vs. los ejecutados	36
Tabla 7. Rendimientos referenciales tomados en sitio.....	40

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito demostrar cómo afectan los rendimientos de mano de obra en la ejecución de una obra civil; esto surge de la necesidad de analizar la productividad del personal en obra durante la ejecución de los rubros, especialmente los más importantes porque estos tienen una mayor incidencia en el costo de la construcción.

Este trabajo se realizó con base a precios actualizados al 2015 y datos reales tomados en sitio, con un análisis de los rendimientos de mano de obra para algunas actividades de la construcción de edificaciones, como son la parte estructural y las obras de albañilerías, Este análisis fue realizado durante la ejecución de la construcción de Edificio Emporium de la ciudad de Guayaquil.

Durante el tiempo de estudio del proyecto se demuestra que para obtener buenos resultados se debe de tomar en cuenta que el tipo de personal que influye durante el tiempo de construcción de la obra debe de ser bien capacitado, además de una planificación previa que debe contar con una buena logística de todo los recursos disponibles y de ser eficiente en el control de la obra para evitar retrasos durante el tiempo en la ejecución y llevar un buen manejo financiero.

De acuerdo con el estudio también se determina que un seguimiento riguroso y constante por parte del personal técnico de la obra beneficiará a los rendimientos de la obra, evitando que se presenten varios problemas que afectarían la productividad de la obra, generando un diagnóstico previo a futuros problemas y proponiendo soluciones eficaces y económicas con tiempo dando los resultados deseados al constructor.

Palabras Claves: rendimientos, mano de obra, costo, rubros, análisis de rendimientos, planificación de obra.

INTRODUCCIÓN

En la construcción de cualquier trabajo de ingeniería civil intervienen esencialmente el tiempo y la calidad en cada uno de las tareas que realiza la mano de obra, para lo cual se deberían considerar los rendimientos que se producen como una parte primordial en cada uno de los rubros ejecutados porque estos podrían generar una disminución o aumento en el análisis del costo y tiempo de la obra.

El presente análisis surge de la necesidad de analizar los rendimientos de mano de obra, de los rubros más importantes en la construcción de un edificio en la zona urbana de la ciudad de Guayaquil. Para esto fue necesario una previa recopilación de datos que fueron brindados por el contratista y de la toma de datos en sitio durante la ejecución de la obra para presentar datos reales y realizar una programación de obra.

Para la realización de este Trabajo de Titulación se determina realizarla en la construcción de un edificio porque es una de las obras más completas que ofrece el mundo de la construcción por la intervención de varias Ingenierías, como la Civil, Eléctrica, Sanitaria, Climatización, etc., para la ejecución de un sin número de tareas que se deberían realizar para la conclusión de la obra.

ANTECEDENTES

Se conoce que en nuestro medio la mano de obra comprende entre un 20% al 25% aproximadamente del costo total del proyecto, especialmente en obras civiles, en tal efecto, es importante conocer los verdaderos rendimientos que genera la mano de obra en sitio, porque en base a este conocimiento se podrá brindar una mejor programación de obra, que significaría una reducción del tiempo de construcción y un mejor margen de utilidad.

Es también admitido por grandes empresas constructoras del medio, que un análisis ligero o una aproximación sobre este tema, ha acarreado consecuencias en los costos y a veces en incumplimiento en la programación de la obra, lo cual generaría una reducción del margen de utilidad del proyecto estimado, provocando en algunos casos que no exista un margen de ganancias o que hubiera pérdidas económicas por la mala programación en el proceso constructivo.

El siguiente trabajo ofrece un análisis del rendimiento de la mano de obra de una edificación, tomando datos en sitio para obtener resultados reales dentro de una programación de obra.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo de este trabajo es realizar un seguimiento detallado de los rubros más relevantes, en lo que tiene relación directa al rendimiento de la mano de obra, observando y detallando cuales son los factores que afectarían los rendimientos elaborados y cuáles son las ventajas de llevar un control de estos para un aumento de la productividad del personal.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener el costo de la mano de obra de cada uno de los rubros en base a los rendimientos tomados en sitio.
- Determinar cuáles son los problemas que afectarían al rendimiento de la mano de obra y proponer soluciones y mejoras para futuros proyectos.
- Hacer un análisis detallado con los datos obtenidos y presentar un registro de rendimientos promedios globales

ALCANCE

El desarrollo de este trabajo debe de ser lo más exacto y detallado posible porque es sumamente necesario, ya que solo así se puede tener un resultado veraz y efectivo, de forma tal que permita especialmente a los Ingenieros Constructores, obtener presupuestos reales y programaciones acorde al tipo de obra, en este caso tipo edificación.

Los datos obtenidos son tomados de la construcción de un edificio para cualquier futura referencia, ahora no necesariamente serán iguales para cualquier obra en general, pero sí podrían ser tomados en consideración para otro tipo de obra porque al final es la misma mano de obra en ejecución en diferentes áreas. Sin embargo este trabajo podría marcar una pauta para una continuación en otro tipo de obras civiles en donde se podría enfocar esta investigación más a fondo.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada trata de definir qué tipo de edificación será analizada, escogiendo una obra que esté en proceso de construcción tanto en estructura, como albañilería.

El seguimiento consistirá en tomar los datos en sitio de los rendimientos de la mano de obra de los rubros más importantes de la obra, considerando en esencial la cantidad ejecutada contra el tiempo realizado.

La metodología que se usó para la determinación de los rendimientos reales en sitio fue la siguiente:

Promedio de resultados: El rendimiento en obras de construcción que se refiere directamente a la cantidad de mano de obra expresado en horas hombre que puede ser uno o más trabajadores, pertenecientes a una cuadrilla de trabajo, para ejecutar una cantidad de obra de una actividad en particular. Este sistema de rendimientos se basa en la recolección diaria de información en diferentes circunstancias, que luego se promedia para obtener datos representativos de sitio.

CAPITULO 1: CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El edificio Emporium forma parte del megaproyecto inmobiliario “Ciudad del Río”, localizado en una ubicación privilegiada al pie del río Guayas y junto al centro histórico de Guayaquil, modernizando y ampliando la oferta del parque de oficinas empresariales, para atraer una mayor inversión nacional y extranjera en la ciudad que permita competir a la par con otras grandes ciudades empresariales de Latinoamérica y del resto del mundo.

Emporium es un edificio de 20 pisos destinado a oficinas empresariales, con una distribución en P.B. de un amplio hall de ingreso con sala de recepción y los demás beneficios, P.1 al P.4 estacionamientos para los propietarios y del P.5 en adelante oficinas con áreas comunales para reuniones y eventos.

El principal objetivo de este proyecto es convertirse en uno de los principales centros de negocios por su ubicación estratégica al norte de la ciudad de Guayaquil, brindándole al usuario un fácil acceso de ingreso y cercanía a los principales puntos de intereses que puede ofrecer la ciudad, además de conectarse vehicularmente con el edificio “The Point” permitiéndole el acceso al su Club Privado.

Contando con una cercanía directa a los edificios “Bellini” y “Riverfront” destinados a uso residencial, y con proyecciones municipales para la construcción de áreas verdes comunales, Emporium se une a la principal idea del megaproyecto “Ciudad de Río”, destinado a los grandes inversionistas, convirtiéndose en una comunidad empresarial destinada a desarrollar su vida en un entorno seguro y práctico donde se podría caminar para ir al trabajo sin la necesidad de atravesar la ciudad y su tráfico vehicular por la cercanía de

un punto a otro. Lo que ofrece este proyecto al empresario es algo innovador además de una cercanía al centro y norte de la ciudad, donde se ubican los principales puntos de intereses, ya lo convierte en un epicentro empresarial con grandes proyecciones en un futuro cercano.

1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEADO

El proceso constructivo empleado por la contratista para esta edificación son sistemas de construcción que actualmente se utilizan en el país, además de utilizar nuevos procesos constructivos que optimizan el tiempo de construcción y el costo de la obra, mejorando el margen de utilidad de las personas que intervienen en el proyecto.

El principal punto fuerte del proceso constructivo que lleva la contratista es la organización, lo cual le permite llevar un control eficiente de la mano de obra, los materiales y los equipos utilizados, optimizando los recursos de la obra y generando un incremento en el avance mensual estimando en el cronograma lo cual se traduce a un mejor beneficio económico presupuestado.

A continuación se detallara un resumen del proceso constructivo utilizado en la obra en base a la información recopilada en sitio, oficina y los detalles brindados por el personal técnico de la obra.

1.2.1 CIMENTACIÓN

La cimentación de la edificación, en base al estudio de suelo realizado, se determina un tipo de cimentación combinada, con zapatas apoyadas sobre pilotes tipo Franki prefabricados de una altura promedio de 30 m hincándolos con un martillo hidráulico.

Los principales factores para el uso de este tipo de cimentación fueron:

- El peso de la estructura y el número de plantas del edificio.
- La cercanía al río Guayas.
- El tipo de suelo del terreno del edificio.

1.2.2 ESTRUCTURA

El diseño de la estructura del edificio originalmente era de hormigón armado en todos sus elementos, pero para una reducción del peso y el tiempo de construcción se realiza un rediseño estructural en las losas, pasando de ser de losa de hormigón armado a losa colaborante alivianada, convirtiéndose así la estructura del edificio en tipo mixta (hormigón armado con acero estructural en todas las losas)

La estructura mantiene las columnas y vigas de hormigón armado, respetando su diseño original, la losa en cambio pasa a ser de tipo colaborante (steel panel sobre hormigón, de espesor de 5 cm en el tope del steel panel y 10 cm en el fondo, usando malla electro soldada en la zona de compresión) apoyadas sobre nervios metálicos prefabricadas de un peralte de 20 cm, en los pisos destinados a zona de parqueos, y de 10 cm en el resto de la estructura.

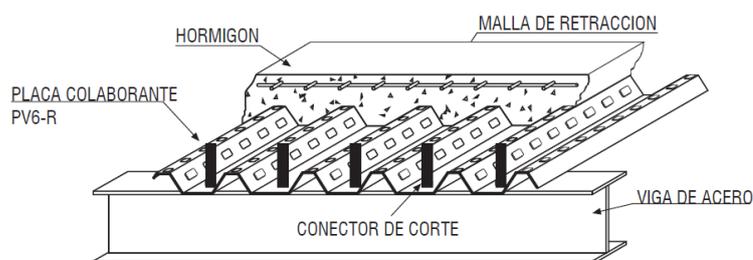


Gráfico 1. Proceso constructivo de una losa colaborante

Los principales puntos positivos a considerar en este tipo de sistema constructivo en losas son:

- Disminución del peso propio de la estructura.
- Mejor rendimiento en el tiempo de construcción de la losa, en comparación al sistema tradicional.
- En una economía de escala, la losa colaborante genera una mayor rentabilidad económica.

Sin embargo, este sistema constructivo no está exento de problemas, por eso se debe llevar un control minucioso, especialmente en la instalación de los elementos para respetar los planos de diseño. Los principales puntos en contra son:

- Los elementos prefabricados deben de ser pedidos con las correctas especificaciones y las cantidades a usarse, un error abarcaría una pérdida monetaria.
- Mayor cuidado en la instalación de puntos de agua potable y sanitaria, evitando afectar en la losa de compresión.
- El costo de construcción es mayor al del método tradicional, si solo se construyen unas cuantas losas.

Además se construyeron cuatro muros estructurales, diseñados en función a modelos de vibraciones en programas especializados para que la estructura sea sismo resistente, y dos escaleras (una interna y otra externa) respetando las ordenanzas del Cuerpo de Bomberos para el resguardo y la seguridad de los usuarios ante algún evento catastrófico.

Para la construcción del edificio, el contratista decidió dividir al personal de la obra en tres: estructura, albañilería y seguridad industrial, las personas que

laboran en estructura se las subdividió en tres cuadrillas, en donde a diario trabajan:

- 20 a 25 fierros. Armandos, cortando, doblando y colocando el acero estructural de cada elemento, revisando y respetando las indicaciones en los planos.
- 28 a 32 carpinteros. Armandos los encofrados y andamios de madera, colocando los encofrados, sean estos metálicos o de madera, revisando la plomada en las columnas y muros, y las cotas en la losa y preparando las maestras para la fundición de la losa.
- 22 en cuadrilla de fundición, 20 oficiales y 2 albañiles. La cuadrilla de oficiales es la que se hace cargo de la colocación y fundición del hormigón de cada elemento estructural siguiendo las instrucciones indicadas por los carpinteros (encobrados, timbrados y maestras), los albañiles tienen la tarea de darle el acabado y guiar a los oficiales para que no existan desniveles en la losa.

En la primera etapa de la obra no se requería equipos importantes y solo la seguridad básica, sin embargo a medida de que la obra avanzaba hubo la necesidad de contratar una grúa de carga para el traslado de los materiales a los pisos para el armado y la construcción de los elementos estructurales, evitando reducir el rendimiento del personal.

1.2.3 ALBAÑILERIA

Para la albañilería del edificio se propuso a la entidad contratante el uso de paredes de hormi² en las paredes de las oficinas y en la curva que presenta la fachada frente al río, y solamente usar paredes de bloque en los ductos,

escaleras y en el resto la fachada dando una relación de 80-20 entre el hormi2 y las paredes de bloque.

El hormi2 es una plancha de poliestireno, de espesor determinado, unida a una malla electrosoldada, usada para conectar panel con panel con su respectivo amarre y para la adherencia del mortero. Es de fácil instalación y liviano y tienen beneficios dentro de la obra como:

- Mejor rendimiento en el alzado de pared con respecto al bloque.
- Material más liviano.
- Menor cantidad de personal a utilizar.
- Versatilidad en los diseños arquitectónicos.
- Limpieza y menor desperdicio de material.

Sin embargo también tiene sus puntos en contra:

- Personal mejor capacitado.
- Mayor control del personal técnico para evitar errores.
- Solucionar un error podría agravar u ocasionar otros problemas.

Para la colocación se trazaba la ubicación de cada una de las paredes del piso, en la parte superior e inferior, por lo menos con un día de anterioridad, donde se procedía a la instalación y al chicoteado de las planchas, este chicoteado se lo realizaba cada 60cm arriba y debajo de la plancha para evitar el desplome de la pared, esto tardaba de 2 a 3 días. Al siguiente día se procedía con el apuntalamiento de las paredes para evitar desplazamientos en la pared por el peso del mortero al momento del enlucir.

En las paredes de bloque el procedimiento usado era el viejo sistema tradicional porque brindaba un mejor confinamiento y un plomo más eficaz, por eso se decidió usarlo en los ductos que presentaba el edificio (ductos de

escaleras, ascensores, instalaciones, etc.) y en la fachada a excepción de la curva.

En los enlucidos para las paredes se siguió usando el método tradicional, usando maestras para respetar el plomo y el espesor de la pared según el plano, además del uso de maquina (champedora) para proyectar directamente el mortero a la pared para mejorar el rendimiento del personal y disminuir el tiempo de elucido.

En las paredes de Hormi2 se hacía un enlucido a dos tiempos, el primero se debía realizar un día antes, previo al enlucido final, un negreado con una capa fina de enlucido para mejorar la adherencia del mortero a la pared, y el segundo es el mismo método a seguir en el sistema tradicional con un albañil dándole el acabado final a la pared.

En el uso tradicional se siguió con los mismos procedimientos conocidos en paredes, sin embargo en las columnas y muros se empleó aditivos como el plasterbond para la adherencia del enlucido con la estructura y evitar el picado de esta en el cual se perdería tiempo y mano de obra útil.

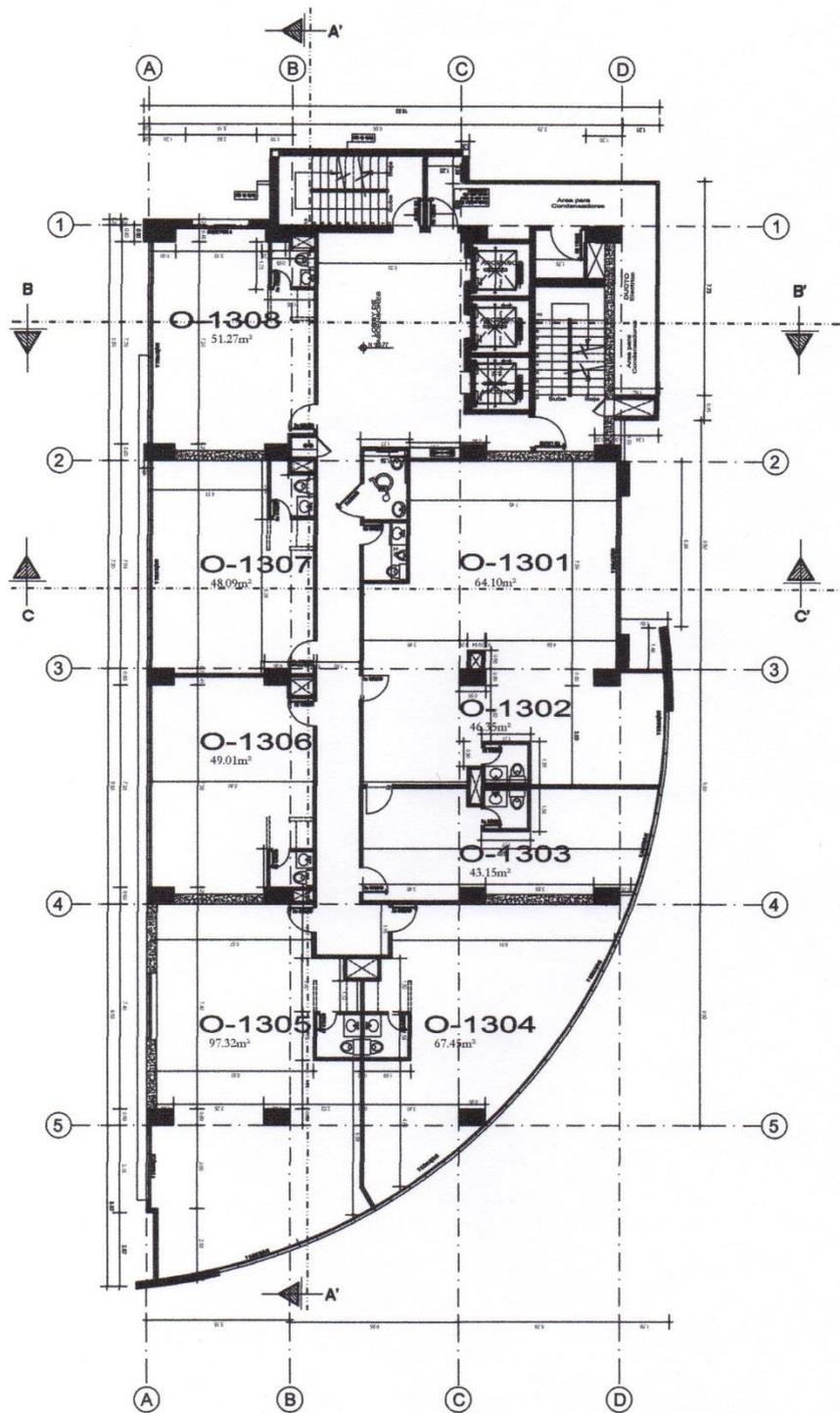
En el proceso constructivo de la albañilería tuvo ciertos problemas por varios factores que se fueron afectaron el rendimiento del personal, pero gracias a la organización llevada dentro de la obra se pudo solucionar estos contratiempos sin provocar retrasos ni costos adicionales en la obra. En otro punto se profundizará más el tema.

1.3 PLANTAS ARQUITECTONICAS Y ESTRUCTURALES

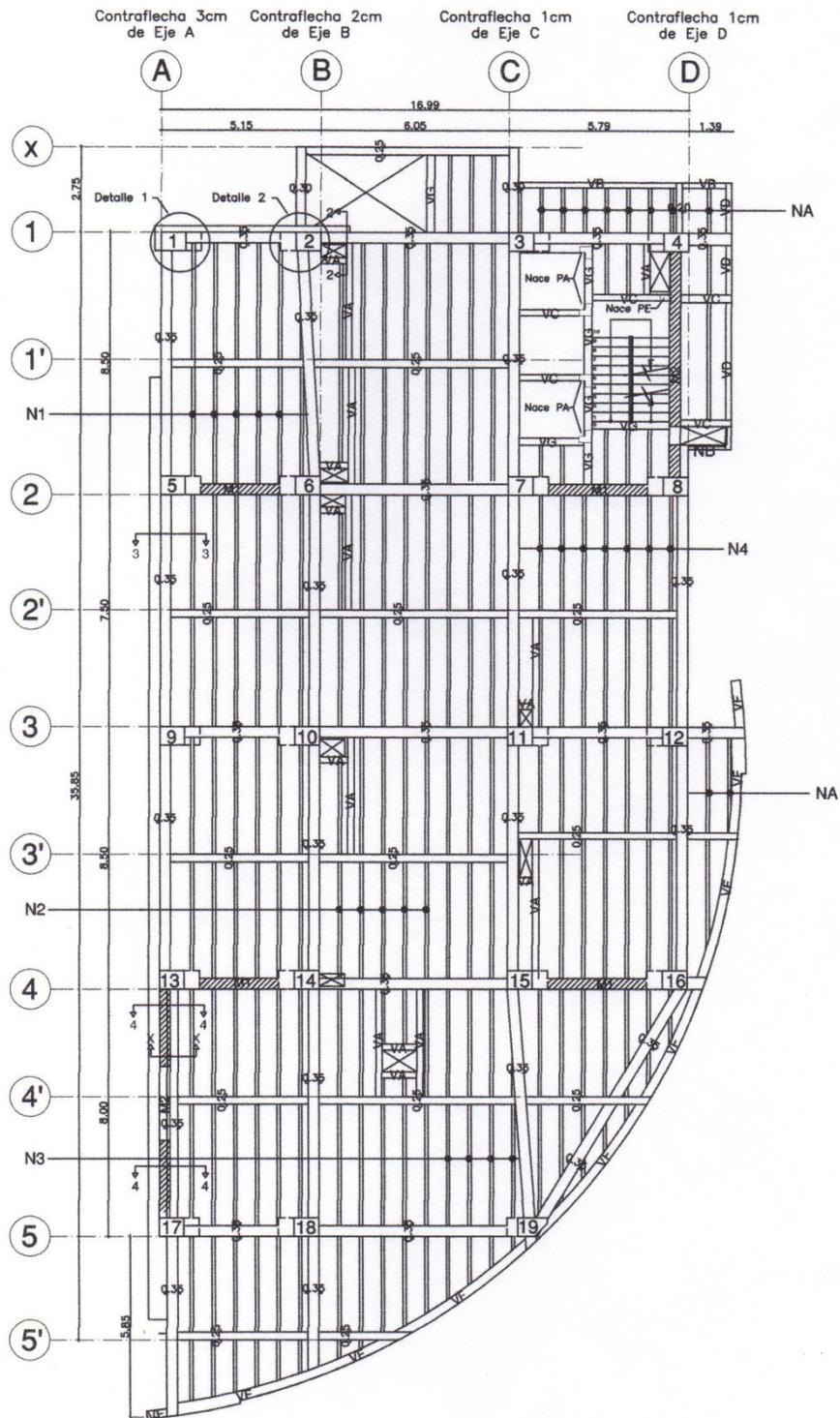
1.3.1 MODELO FACHADA 3D



1.3.2 PLANTA ARQUITECTONICA TIPO



1.3.3 PLANTA ESTRUCTURAL TIPO



CAPITULO 2: RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA

La Productividad es una relación entre la cantidad producida y los recursos usados dentro de una actividad o rubro ejecutado, o el seguimiento de la eficiencia con que los recursos son supervisados para terminar un producto, logrando el cumplimiento de los objetivos impuestos. La importancia de la productividad en la construcción radica en la optimización de los recursos empleados para la ejecución de una actividad, para generar una mayor cantidad del rubro realizado con un recurso menor o similar al empleando anteriormente, lo que significa una ganancia en el tiempo de ejecución y en el uso del recurso, beneficiando así en la disminución del tiempo de la ejecución de la obra.

Los componentes del costo directo requeridos en las obras civiles, están integrados en la suma de los materiales requeridos para el rubro, la relación de equipo y herramienta, y la mano de obra necesaria para la ejecución de dicha tarea. Esta última depende directamente del rendimiento del personal utilizado para la ejecución del rubro, así que puede hacer que la productividad aumente o disminuya dependiendo del comportamiento de los rendimientos producidos por la mano de obra usada dentro de la actividad.

En la planificación para la construcción dentro de una obra civil se encuentran etapas muy importantes que marcan la diferencia para su realización, tales como, el plan económico de inversión, ventas, presupuesto y la programación. Estas etapas requieren una forma de seguimiento correcto y preciso de modo que se presenten menores desperdicios dentro de la obra generando pérdidas económicas menores de las estimadas. En la planificación y posterior ejecución de la programación y el presupuesto de la obra son fundamentales considerar los rendimientos de la mano de obra para la disminución de costos y tiempo de ejecución del proyecto.

2.1 DEFINICION

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios obreros de diferente especialidad. Esta se encuentra directamente relacionada con el avance o porcentaje de ejecución de un proyecto y se puede cuantificar por mediciones realizadas en sitio y está sujeta a las condiciones que afectarían a cada uno de los obreros.

2.2 ASPECTOS QUE AFECTAN Y DETERMINAN A LOS RENDIMIENTOS

Cada proyecto es diferente y presenta diversas condiciones que influyen positiva o negativamente en su ejecución y por tanto en los rendimientos de la mano de obra. A continuación Botero (2002) detalla ciertos factores que afectan a los rendimientos de la mano de obra en general.

2.2.1 ECONOMIA GENERAL

Este factor representa la actual situación económica del país o área específica en donde se desarrolla el proyecto, esta influye directamente en:

- El volumen de trabajo de influencia del proyecto.
- Las posibilidades de empleo.
- Tendencia de los negocios en general.

Cuando estos indicadores son buenos o excelentes, la productividad se afecta negativamente, ya que se hace más difícil encontrar mano de obra de buena calidad; mientras que por el contrario, si la economía mantiene su tendencia

normal, se encontrara mayor disponibilidad de mano de obra y de mejor calidad.

2.2.2 ASPECTOS LABORALES

Las condiciones laborales en que se desarrolla la obra influyen en la eficiencia del trabajo la disponibilidad de personal experto y capacitado; otras características a considerar son:

- El tipo de contrato (por negocio o rol de pago).
- La cantidad de obreros que estén bajo contrato.
- Los incentivos que se entregan por labor cumplida.
- Salarios o pagos.
- Las buenas relaciones entre compañeros y superiores.
- La tranquilidad que garantiza la seguridad social.
- La implantación de seguridad industrial, genera un mejor desempeño en la ejecución de las obras.

2.2.3 CLIMA

Las condiciones climatológicas pueden afectar positivamente o negativamente la ejecución de los trabajos entre estas se cuentan:

- El estado del tiempo ya que en época lluviosa tiende a disminuir los rendimientos de la mano de obra.
- Temperatura, cuando estas son extremas se ve afectando negativamente el rendimiento del obrero.
- Condiciones del suelo, especialmente por problemas ocasionados por lluvias en invierno bajando el desempeño del personal.

- Cubierta, los factores negativos pueden ser solucionados si se realizan las actividades bajo cubierta favoreciendo al rendimiento del personal.

2.2.4 ACTIVIDAD

Este factor se refiere a la actividad desempeñada por cada trabajador específicamente la relación entre esta y las demás actividades, el plazo de ejecución, los medios para realizarla; también dentro de esta categoría se deben tener en cuenta algunos aspectos como:

- El grado de dificultad.
- El riesgo que se corre en la elaboración de la actividad.
- La discontinuidad, las interrupciones en la realización de actividades, disminuyen la productividad de la mano de obra.
- Orden y aseo, el rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajos limpios y organizados para los obreros.
- Actividades predecesoras.
- Trabajos rutinarios, si se realiza una actividad constantemente habrá un aprendizaje dentro del personal que favorecerá al rendimiento.
- Tajo (huesos), son trabajos pequeños que no fueron completados y al realizarlos disminuyen el rendimiento del personal

2.2.5 EQUIPAMIENTO

Este factor hace referencia a la herramienta y equipo necesario, se ve afectado por:

- Equipo, el estado y la disposición del mismo facilita la ejecución de las actividades.

- Mantenimiento.
- Suministros, disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorecen al rendimiento del personal.
- Herramienta.
- Elementos de protección para la realización de las actividades que lo necesiten hace que se favorezcan los rendimientos de mano de obra.

2.2.6 SUPERVISION

El personal que desempeña este trabajo debe contar con experiencia y velar por la calidad de las actividades realizadas: en este factor influyen:

- Los criterios de aceptación del supervisor.
- La buena instrucción.
- El seguimiento constante a la ejecución de los trabajos.
- La experiencia del supervisor.
- La gestión de calidad de la empresa y su aplicación; que hacen que la productividad se vea favorecida.

2.2.7 TRABAJADOR

Los aspectos personales del obrero son muy importantes para la ejecución de las actividades que en estas influye:

- Actitud.
- Situación personal.
- Habilidades.
- Conocimientos.
- Desempeño.

- Ritmo de trabajo.

2.3 CALCULO DE RENDIMIENTOS EN SITIO

Para este trabajo de investigación es necesario primeramente determinar qué tipo de metodología será conveniente para el cálculo de los rendimientos de mano de obra, considerando el tipo de obra a la cual se tomara los datos en sitio y el estado actual a la fecha de inicio del trabajo.

La metodología a utilizar tratará de definir, en base a seguimientos constantes en un determinado lapso de tiempo, los datos en sitio del avance diario de la cuadrilla en una forma precisa y eficaz para obtener valores reales. A continuación se presenta la siguiente metodología que usada para la determinación de los rendimientos de mano de obra:

Promedio de resultados: El rendimiento en obras de construcción que se refiere directamente a la cantidad de mano de obra expresado en horas hombre que puede ser uno o más trabajadores, pertenecientes a una cuadrilla de trabajo, para ejecutar una cantidad de obra de una actividad en particular. Este sistema de rendimientos se basa en la recolección diaria de información en diferentes circunstancias, que luego se promedia para obtener datos representativos de sitio.

Estos rendimientos resultantes de la presente investigación serán en base a la esta metodología. Para el caso del personal se considera agruparlo en pequeñas cuadrillas de trabajo según el cargo que realiza en la obra y la necesidad de la actividad a ejecutar. En el siguiente capítulo se profundizará más sobre este tema.

Dentro de la realización de este estudio se llevó a cabo una recopilación bibliográfica en libros de Análisis de Costos y Programaciones de Obra como

los del Dr. Carlos Suárez Salazar y el Ing. Walter Rodríguez Castillejo, quienes presentan algunos ejemplos en cálculos de costos y programaciones en base a los rendimientos de la mano de obra. Aunque estos autores son extranjeros, brindan una mejor idea para la realización de este estudio y poder llevar a cabo en el país.

Finalmente con todos estos parámetros se definieron los rendimientos para cada uno de los rubros más importantes dentro de la construcción del edificio, consignándolos en tablas de cálculo y respaldándolos mediante los planos de obra, mediciones en sitio y registro fotográfico en la ejecución del proyecto, estos resultados serán presentados a continuación dentro del siguiente capítulo.

CAPITULO 3: DESARROLLO DEL TRABAJO – EDIFICIO EMPORIUM

El edificio Emporium forma parte del megaproyecto inmobiliario “Ciudad del Río”, localizado en una ubicación privilegiada al pie del río Guayas y junto al centro histórico de Guayaquil, modernizando y ampliando la oferta del parque de oficinas empresariales dentro de la urbe porteña.

Este edificio se constituye con el objeto de estudio del siguiente trabajo en donde se procedió a tomar datos en sitio de la ejecución de los rubros importantes dentro del proyecto inmobiliario para la determinación de los rendimientos de mano de obra.

3.1 DESCRIPCION GENERAL

El edificio Emporium se encuentra localizado en la ciudad de Guayaquil, dentro del proyecto inmobiliario Ciudad del Río en Puerto Santa Ana al pie del Rio Guayas, al lado del edificio “The Point”.

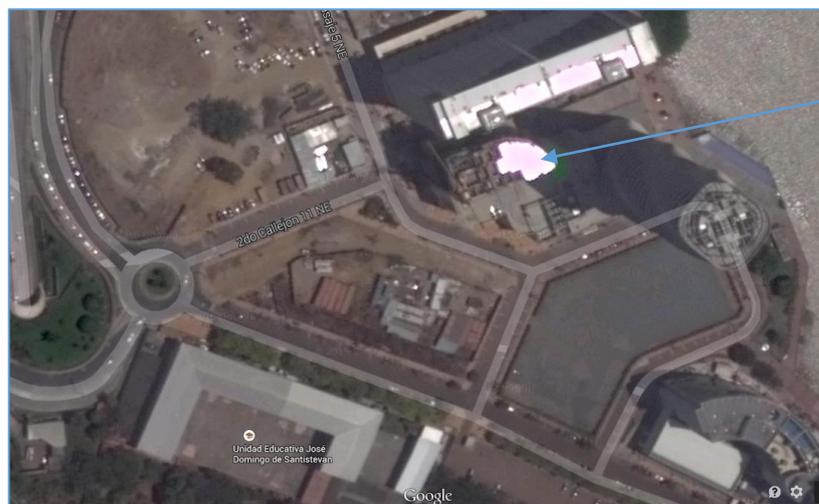


Gráfico 2. Ubicación del Proyecto

Emporium es un edificio de 20 pisos destinado a oficinas empresariales, con una distribución en P.B. con un hall de ingreso con sala de recepción, P.1 al P.4 estacionamientos vehiculares y del P.5 en adelante oficinas con áreas comunales para reuniones y eventos.

La empresa a cargo de la construcción de la obra gris del edificio es la Constructora Ripconciv Cía. Ltda., contratada por el Consorcio Nobis S.A., el resto de los trabajos serán realizados en base a subcontratos a otras empresas, los cuales serán contratados por la promotora del proyecto.

Para realizar el estudio se requirieron planos estructurales y arquitectónicos del proyecto, además del presupuesto de obra los cuales fueron facilitados por el personal técnico de Ripconciv Cía. Ltda., estos serán presentados dentro de los anexos del trabajo para disuadir cualquier duda con respecto al trabajo realizado.

3.2 INTRODUCCION PREVIA A LA RECOPIACION DE DATOS EN OBRA

Con la bibliografía previamente estudiada y la información brindada por el personal técnico de obra, se procedió a realizar las inspecciones a partir de finales del mes de Octubre de 2014, con una duración de 6 horas diarias de lunes a viernes, dentro del lapso de 2 meses con el objetivo de observar el rendimiento diario de los obreros en las actividades diarias realizados por ellos.

Para la recopilación de datos para el trabajo de investigación, se decidió a considerar solo los rubros que ejecutaría la empresa Ripconciv porque solo se pudo obtener el permiso de ingreso a la obra a través de ellos, además se quería evitar cualquier conflicto dentro de las demás ingenierías que laboraban dentro de la construcción del edificio para no generar ningún problema ni retraso a estos.

Los rubros que se definieron para el análisis de los rendimientos de la obra fueron principalmente rubros de Estructura y Albañilería porque al momento de comenzar la investigación, el edificio presentaba un avance mayor al 60% de la obra, concluido ya la etapa de pilotaje y cimentación y a tres meses de concluir todo lo referente a estructura, pero para el beneficio del trabajo la etapa de albañilería se encontraba en una etapa inicial por lo que se pudo observar una evolución en los rendimientos de la mano de obra.

El proceso constructivo empleado por la contratista para el edificio son sistemas de construcción actuales con ciertos avances tecnológicos en softwares para un mejor control de la ejecución de la obra y los recursos necesarios para su construcción, además de la utilización de nuevos procesos constructivos para la optimización del tiempo de construcción y el costo de la obra, mejorando márgenes de utilidad y acelerando el ritmo de la construcción de la obra evitando retrasos en el cronograma.

El principal punto fuerte en el proceso constructivo que lleva a cargo Ripconciv es una organización meticulosa de todos sus insumos en una base de datos que le permite controlar y supervisar de todos los recursos disponibles que posee en uso y a disposición, por ejemplo por cualquier contratiempo que se presentaría dentro de la obra se podría trasladar algún recurso para que la productividad de la obra no disminuyan y poder cumplir los plazos de entrega del cronograma.

3.3 TOMA DE DATOS

Con la información existente sobre cada una de las actividades a estudiar, se procede a realizar mediciones en sitio del avance diario de los rubros a considerar dentro de la investigación, considerando la cantidad de obreros

que realizan una actividad y cuáles son los factores que beneficia o perjudica el rendimiento

En el anterior capítulo se introdujo el concepto de cuadrillas, que ahora será ampliado por su gran importancia en este trabajo.

El Dr. Suarez Salazar presenta un concepto de cuadrilla muy claro y conciso, en el cual dice que las actividades de la mano de obra en la construcción, generalmente son realizadas por más de un obrero, procediendo a agruparlos en un grupo de trabajo o cuadrilla.

A continuación se presenta una tabla representativa la cual categoriza las cuadrillas en 6 grupos.

Tabla 1. Grupos de cuadrillas presentadas por el Dr. Suárez Salazar

Cuadrilla	Conformación	Actividades
G-1	0.10 Albañil + 1 Oficial	Excavación, acarreo, relleno, etc.
G-2	0.25 Albañil + 1 Oficial	Replanteo, fundida, contrapiso etc.
G-3	1 Carpintero + 1 Ayudante	Encofrado
G-4	0.50 Fierro + 1 Ayudante	Armado de refuerzo
G-5	1 Albañil + 1 Oficial	Levantar paredes, enlucido, muros de piedra base, pilaretes, viguetas, etc.
G-6	1 Especialista + 1 Ayudante	Pisos, cubierta, tumbado, recubrimiento de paredes, instalaciones eléctrica y sanitarias, soldadura, etc.

3.3.1 RENDIMIENTOS EN LA ESTRUCTURA

El personal que laboró en la parte estructural estuvo dirigido por un maestro de obra en estructura con la ayuda de un segundero, los cuales se encargaban de designar al personal en su puesto de trabajo, además de verificar de que no le falte suministros ni herramientas para que no disminuya su productividad y siempre estén activos en la obra

El personal designado en la parte estructural de la obra es el siguiente:

- 20 a 25 fierros (casco color verde). Armandos, cortando, doblando y colocando el acero estructural de cada elemento, revisando y respetando las indicaciones en los planos.
- 28 a 32 carpinteros (casco color naranja). Armandos los encofrados y andamios de madera, colocando los encofrados, sean estos metálicos o de madera, revisando la plomada en las columnas y muros, y las cotas en la losa y preparando las maestras para la fundición de la losa.
- 22 en cuadrilla de fundición, 20 oficiales y 2 albañiles (casco color azul). La cuadrilla de oficiales es la que se hace cargo de la colocación y fundición del hormigón de cada elemento estructural siguiendo las instrucciones indicadas por los carpinteros (encobrados, timbrados y maestras), los albañiles tienen la tarea de darle el acabado y guiar a los oficiales para que no existan desniveles en la losa.

Además de esta mano de obra, contaban con equipos que ayudaban esencialmente en el traslado de material para que el personal siempre este activo, disminuyendo los “tiempos vagos” que perjudican en el rendimiento de la obra.

El rendimiento de la mano de obra en la parte estructural no variaba y era muy elevado, por ciertos factores que generaban un superávit dentro de la programación estimada de obra gracias a incentivos al personal para que mantenga esa productividad porque generaba un aumento considerable en las planillas de cobro mensual.

En las mediciones en sitio se pudo observar el rendimiento del grupo en general, en donde demostraba un buen ritmo de trabajo, tanto así que originalmente se programó que se fundirían al menos dos losas por mes, sin

embargo en la realidad se superaba esta expectativa y alcanzaba cerca de las tres losas mensuales.

En aproximadamente 10 días calendario se cumplían los plazos de entrega del armado de acero de refuerzo de todos los elementos estructurales, la instalación de las viguetas metálicas prefabricadas y el steel panel de la losa, y los encofrados de todos los elementos horizontales de la estructura. Con todo esto revisado por la fiscalización, se procedía a la liberación de la fundición de la losa.

Tabla 2. Productividad de la cuadrilla promedio, en rubros estructurales

RUBRO	U	CANTIDAD APROX.	PLANIFICACION				
			PROD. UNIT.	UNIDAD PROD.	CUADRILLA	n CUADRILLAS	DIAS LABORABLES
ESTRUCTURA TIPO							
Hormigón en columnas	m3	41,78	9,1116	m3/día	G-2	4	1
Hormigón en muros estructurales	m3	33,56	4,8505	m3/día	G-2	4	2
Hormigón en escaleras	m3	2,58	4,3997	m3/día	G-2	10	1
Hormigón en losa de compresión	m3	30,60	6,3563	m3/día	G-2	10	1
Hormigón en vigas	m3	78,97	6,4381	m3/día	G-2	10	1
Hormigón en loseta superior	m3	2,84	6,3376	m3/día	G-2	10	1

En las fundiciones de losas no existían variaciones considerables en los tiempos de fundición de cada losa, observando una tendencia similar en los ritmos de trabajo de cada cuadrilla, por ende se consideró un rendimiento general en estructura que no cambia y que se lo asume constante para los cálculos presentados en la tabla anterior.

Normalmente se planificaba la fundación de todos los elementos horizontales en un solo día laborable con horas extras remuneradas, donde se requería una gran cantidad de personal trabajando ese día; en el caso de las horas extras se consideró que el personal trabajaba estas horas en sábado, dando la oportunidad de descansar ese día al obrero, para evitar una disminución en la productividad de la obra por el exceso de trabajo, igualmente ese día era remunerado para brindarles mayor motivación para que mantenga el ritmo de trabajo constante.

En el caso de la fundición de columnas y muros estos eran fundidos en dos partes, para distribuir mejor el trabajo de la obra y que el grupo de fierros y carpinteros puedan comenzar a trabajar en la siguiente losa sin colisionar con el grupo de fundición.

3.3.2 RENDIMIENTOS EN LA ALBAÑILERIA

En la parte de albañilería, la obra estuvo a cargo por un maestro de obra de albañilería, en donde designaba a tres segunderos en tres diferentes frentes de trabajo para que aumente la productividad de la obra y se puedan cumplir los plazos estimados contractuales. Los tres frentes se ubican en diferentes áreas de trabajo designadas a primera hora para evitar contratiempos en el día.

El personal diario designado en la albañilería era el siguiente:

- 35 a 40 albañiles (casco color rojo). Levantando paredes de bloque y Hormi2, enlucidos de pared, cuadrada de filos y boquetes, fundición de viguetas y pilaretes, apuntalamientos de paredes de Hormi2
- 35 a 40 oficiales (casco color azul). Abasteciendo material a los albañiles (agua, mezcla bloque, etc.), preparando mezcla para enlucido y pegado de bloques, acarreo de material, chicoteado de paredes de Hormi2, instalación de accesorios del Hormi2.

También constaban varios tipos de equipos que era utilizados en: el traslado de material desde planta baja, la proyección de mortero para enlucidos, la revisión de cotas de nivel y el timbrado de las paredes; los cuales mejoraban el rendimiento de la mano de obra.

Como en toda obra también se requería insumos para la ejecución de cada actividad diaria, los insumos detallados a continuación eran los que más afectaban el rendimiento del personal:

Mezcla: Esta era preparada en una dosificación 3 a 1 en sitio, desde la planta baja del edificio, por requerimientos de la entidad contratante, para el uso de cada albañil en obra. Era usada principalmente en el enlucido de elementos estructurales, pegando bloques y para cuadrada de filos y boquetes. El traslado lento o nulo de este material traía consigo bajos rendimientos de las cuadrillas por eso se implementó un winche y sistema de poleas en pisos estratégicos para un mejor traslado del material.

EnlumaX: Son sacos de mezcla prefabricada, utilizados generalmente en enlucidos de pared, y son utilizables hasta dentro de un periodo de 2 semanas. El rendimiento con el uso de este material se vio beneficiado porque el traslado se realizaba antes de finalizar la jornada diaria, ubicando en un piso estratégico grandes cantidades de sacos que serán utilizados en la siguiente jornada generando que el albañil siempre este abastecido y no disminuya su producción diaria.

Bloques: Eran de cemento y estaban divididos por su ancho en tres tipo de bloque de 9 cm, 14 cm, y 19 cm. Los bloques para el levantamiento de paredes eran trasladados al momento que llegaban a la obra, a los pisos superiores se los trasladaba a los albañiles a cargo de estos.

Hormi2 y los accesorios: Son planchas de poliestireno unidos a una malla electrosoldada de acero que permite una fácil instalación en el levantamiento de paredes. El rendimiento en comparación a las paredes de bloque era muy elevado, pero tenía ciertas limitaciones y además el personal debía ser calificado. En el caso de los accesorios se debían pedir con una anticipación de 15 días a la empresa que los fabrica, para lo cual se debía controlar constantemente el stock en la bodega de obra y evitar escases de material.

Agua: El agua es uno de los principales insumos dentro de la construcción, y la falta de esta en más de una ocasión provocó que disminuya la productividad en la obra.

El rendimiento medido en la mano de obra de la albañilería variaba constantemente; en ciertos días era demasiado bajo por algún inconveniente que se presentaba de improviso, como por ejemplo falta de insumos necesarios para la ejecución de un rubro y en otros casos este era muy bueno porque se les daba todas las facilidades a las cuadrillas para que mantenga un ritmo constante de trabajo.

A continuación se presenta una tabla en donde detallas los rendimientos promedios diarios de cada uno de los rubros que se van a considerar dentro del trabajo final. Estos rendimientos se basan en las medidas tomadas en sitio de los avances de los rubros ejecutados en el momento de la investigación.

Tabla 3. Toma de datos de rendimientos en rubros de albañilería

RUBRO	U	TOMA DE RENDIMIENTO EN SITIO						U / T
		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
ALBAÑILERIA								
Paredes bloque cemento 9x19x39cm	m2	13,00	16,00	14,00	16,00	16,00	15,00	m2/día
Paredes bloque cemento 14x19x39cm	m2	13,00	16,00	14,00	16,00	16,00	15,00	m2/día
Paredes bloque cemento 19x19x39cm	m2	13,00	16,00	14,00	16,00	16,00	15,00	m2/día
Pilaretes 10x20	ml	11,50	13,00	12,50	12,00	11,00	12,00	ml/día
Pilaretes 15x20	ml	11,50	13,00	12,50	12,00	11,00	12,00	ml/día
Pilaretes 20x20	ml	11,50	13,00	12,50	12,00	11,00	12,00	ml/día
Viguetas 10x20	ml	12,00	11,50	13,00	11,00	12,50	12,00	ml/día
Viguetas 15x20	ml	12,00	11,50	13,00	11,00	12,50	12,00	ml/día
Viguetas 20x20	ml	12,00	11,50	13,00	11,00	12,50	12,00	ml/día
Enlucido Interior	m2	15,30	16,00	13,20	17,50	15,50	15,50	m2/día
Enlucido muros estructurales	m2	11,77	11,77	11,77	11,77	11,77	11,77	m2/día
Cuadrada de boquetes	ml	13,20	14,00	11,40	12,00	11,90	12,50	ml/día
Cuadrada de marcos de ascensores	ml	13,20	14,00	11,40	12,00	11,90	12,50	ml/día
Filos interiores	ml	17,00	17,50	16,00	15,00	17,00	16,50	ml/día

RUBRO	U	TOMA DE RENDIMIENTO EN SITIO						U / T
		1	2	3	4	5	PROMEDIO	
Goteros	ml	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	ml/día
ALBAÑILERIA GENERALES								
Enlucido exterior	m2	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	m2/día
Filos exteriores	ml	12,50					12,50	ml/día
Topes de parqueos, l= 2.13m, h= 0.15m	un	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	u/día
Endurado de instalaciones eléctricas	ml	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	ml/día
Endurado de instalaciones sanitarias	ml	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	ml/día
SISTEMA HORMI2								
Montaje de paredes	m2	47,60	41,50	42,15	39,60	45,15	43,20	m2/día
Apuntalamiento de paredes	m2	114,70	114,70	114,70	114,70	114,70	114,70	m2/día
Enlucido interior proyectado sobre paneles hormi2	m2	19,70	20,90	21,80	19,90	20,20	20,50	m2/día
Enlucido exterior proyectado sobre paneles hormi2	m2	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	m2/día

Con estos resultado se presenta una planificación de los rubros tomados en consideración para el trabajo de investigación, en base a las cantidades a ejecutar y base a los rendimientos obtenidos en la obra, además se presenta al tipo de cuadrilla usada para la ejecución de cada rubro de obra.

Tabla 4. Productividad de la cuadrilla promedio, en rubros de albañilería

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PLANIFICACION				
			REND.	UNIDAD X RUBRO	CUADRILLA	n CUADRILLAS	DIAS
ALBAÑILERIA PLANTA TIPO							
Paredes bloque cemento 9x19x39cm	m2	13,32	15,0000	m2/día	G-5	2	1
Paredes bloque cemento 14x19x39cm	m2	17,96	15,0000	m2/día	G-5	2	1
Paredes bloque cemento 19x19x39cm	m2	52,09	15,0000	m2/día	G-5	2	2
Pilaretos 15x20	ml	6,90	12,0000	ml/día	G-5	1	1
Pilaretos 20x20	ml	34,50	12,0000	ml/día	G-5	1	3
Viguetas 10x20	ml	3,86	12,0000	ml/día	G-5	1	1
Viguetas 15x20	ml	5,90	12,0000	ml/día	G-5	1	1
Viguetas 20x20	ml	18,44	12,0000	ml/día	G-5	1	2
Enlucido Interior	m2	113,47	15,5000	m2/día	G-5	6	1
Cuadrada de boquetes	ml	293,92	12,5000	ml/día	G-5	8	3
Cuadrada de marcos de ascensores	ml	15,00	12,5000	ml/día	G-5	2	1
Filos interiores	ml	265,65	16,5000	ml/día	G-5	6	3
Goteros	ml	104,31	12,0000	ml/día	G-5	3	3
Enlucido de rampas de escaleras	m2	15,09	10,3937	m2/día	G-5	2	1
Enlucido de escalones con endurecedor de cuarzo	m2	23,88	10,1061	m2/día	G-5	2	1

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PLANIFICACION				
			REND.	UNIDAD X RUBRO	CUADRILLA	n CUADRILLAS	DIAS
Revocado pozos de ascensores	m2	71,39	11,1328	m2/día	G-5	4	2
ALBAÑILERIA GENERALES							
Enlucido exterior	m2	5.203,00	15,5000	m2/día	G-5	5	67
Filos exteriores	ml	5.240,00	12,5000	ml/día	G-5	5	84
Mesones de hormigón	ml	10,00	4,9542	ml/día	G-5	1	2
Bases de H.A. para equipos e= 30cm	m2	10,00	9,7668	m2/día	G-2	1	1
Topes de parqueos, l= 2.13m, h= 0.15m	un	80,00	4,0000	u/día	G-2	1	20
Cajas de registro sanitarias profundas	u	2,00	1,2623	u/día	G-2	1	2
Cajas de registro sanitarias	u	10,00	1,9629	u/día	G-2	2	3
Cajas de registro eléctricas y telefónicas	u	2,00	1,6861	u/día	G-2	1	1
Sumideros	u	4,00	1,7114	u/día	G-2	2	1
Caja de conexión de medidor	u	1,00	1,6838	u/día	G-2	1	1
Pozo para pad mounted	u	1,00	1,7022	u/día	G-2	1	1
Boquetes y pasos de tuberías	u	210,00	6,5746	u/día	G-5	5	6
Protección ductos en terrazas	u	20,00	7,3631	u/día	G-5	1	3
Endurado de instalaciones eléctricas	ml	2.900,00	25,0000	ml/día	G-2	2	58
Endurado de instalaciones sanitarias	ml	400,00	20,0000	ml/día	G-2	1	20
SISTEMA HORMI2							
Acero estructural (chicoteado)	kg	4.271,00	81,0537	kg/día	G-4	1	53
Franjas y fillos (vanos de puertas, ventanas y otros)	m	594,89	17,8015	ml/día	G-5	1	33
Esquinas en tabiquería hormi2	m	3.570,49	125,1956	ml/día	G-5	1	29
Boquetes de puertas	u	316,00	20,0000	u/día	G-5	1	16
Boquetes de ventanas	u	224,00	15,0000	u/día	G-5	1	15
Corte y conformación de paredes	m2	11.011,25	168,7764	m2/día	G-5	2	33
Montaje de paredes	m2	11.011,25	43,2000	m2/día	G-5	4	64
Apuntalamiento de paredes	m2	11.011,25	114,7000	m2/día	G-1	2	48
Enlucido interior proyectado sobre paneles hormi2	m2	18.966,00	20,5000	m2/día	G-5	12	77
Enlucido exterior proyectado sobre paneles hormi2	m2	3.056,00	10,0000	m2/día	G-5	5	61

En las mediciones en sitio se observó que el rendimiento de mano de obra iba variando, por muchos motivos acordes a la obra, pero en general fueron buenos rendimientos, los cuales al tiempo de ejecución de la obra, si se mantenían en esa tendencia, no existirían problemas en el cumplimiento de los plazos de entrega.

3.4 ANALISIS ECONOMICO DE LOS DATOS TOMADOS EN SITIO

El análisis a partir de los datos tomados en sitio y de la información proporcionada por el contratista, nos sugiere analizar el costo de la mano de obra en el país.

En la actualidad rigen leyes laborales que obliga a toda empresa a enrolar a sus trabajadores y afiliarlos al Seguro Social, una medida que también actúa en el área de la construcción, brindando una seguridad al trabajador ante cualquier emergencia que se presente dentro de la obra y otorgándole algunos beneficios sociales a él y a su familia.

En el Ecuador, bajo disposición del Ministerio de trabajo, a partir del 1 de enero del 2015 el salario básico unificado será de \$ 354, un incremento de \$ 14 con respecto al año anterior. En base a esto la Contraloría General del Estado dispuso salarios mínimos de ley en base a categorías ocupacionales para el área de la construcción; esta tabla de valores se la puede encontrar en la página virtual de la Contraloría, además se presentara un anexo con estos valores.

Con los valores actuales de pago de la mano de obra y los datos obtenidos por la contratista se procedió a realizar los Análisis de Precios Unitarios de cada uno de los rubros dentro del presupuesto. A esto también se le podría agregar un presupuesto de la mano de obra para observar como incide su valor dentro de la construcción del edificio. Esto será presentado dentro de un anexo.

Tabla 5. Ejemplo de un Análisis de Precio Unitario de uno de los rubros del edificio

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: EMPORIUM
 loja 53 de 1217
 CODIGO:
 RUBRO: Hormigón en columnas UNIDAD: m3
 DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores	0,20	1,00	0,20	0,8780	0,18
Vibrador	0,50	2,50	1,25	0,8780	1,10
Andamio	1,00	1,00	1,00	0,8780	0,88
SUBTOTAL M					2,16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro de obra	1,00	3,57	3,57	0,8780	3,13
Albañil	2,00	3,22	6,44	0,8780	5,65
Carpintero	0,20	3,22	0,64	0,8780	0,56
Peon	6,00	3,18	19,08	0,8780	16,75
SUBTOTAL N					26,09
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Curador	kg	1,0000	1,50	1,50	
Hormigon Premezclado f'c=350 kg/cm2	m3	1,0500	123,03	129,18	
SUBTOTAL O					130,68
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					158,93
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0,00%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					158,93
VALOR OFERTADO:					158,93

Los análisis de precios unitarios serán presentados dentro de un anexo digital para que no haya la necesidad de imprimir tantas hojas dentro de este documento.

Con toda esta información y en base a los rendimientos estimados por la contratista y los tomados en sitio, se procederá a realizar un análisis final con los rubros tomados en sitio, también se procederá a calcular con ayuda de una hoja de cálculo, el valor de la mano de obra por la ejecución por hora de cada uno de los rubro, se tendrá mayor énfasis en los rubro tomados en sitio para un análisis comparativo de estos en la construcción de la obra.

Tabla 6. Análisis comparativo monetario de los rendimientos programados vs. los ejecutados

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO PLANIFICADO (\$ / Hora)	COSTO REAL EN SITIO (\$ / Hora)	PORCENTAJE INCREMENTO
ESTRUCTURA				
Hormigón en columnas	m3	\$ 29,72	\$ 29,72	0%
Hormigón en muros estructurales	m3	\$ 29,73	\$ 29,73	0%
Hormigón en escaleras	m3	\$ 31,16	\$ 31,16	0%
Hormigón en losa de compresión	m3	\$ 32,95	\$ 32,95	0%
Hormigón en vigas	m3	\$ 30,07	\$ 30,07	0%
ALBAÑILERIA				
Paredes bloque cemento 9x19x39cm	m2	\$ 7,12	\$ 10,14	42%
Paredes bloque cemento 14x19x39cm	m2	\$ 7,11	\$ 11,42	61%
Paredes bloque cemento 19x19x39cm	m2	\$ 7,11	\$ 12,19	71%
Pilaretes 15x20	ml	\$ 12,82	\$ 9,57	-25%
Pilaretes 20x20	ml	\$ 12,85	\$ 9,66	-25%
Viguetas 10x20	ml	\$ 12,84	\$ 9,56	-26%
Viguetas 15x20	ml	\$ 12,82	\$ 9,57	-25%
Viguetas 20x20	ml	\$ 12,85	\$ 9,66	-25%
Enlucido Interior	m2	\$ 7,11	\$ 11,04	55%
Cuadrada de boquetes	ml	\$ 4,63	\$ 8,36	81%
Cuadrada de marcos de ascensores	ml	\$ 4,63	\$ 8,42	82%
Filos interiores	ml	\$ 4,62	\$ 5,57	21%
Goteros	ml	\$ 7,11	\$ 7,46	5%
Enlucido de rampas de escaleras	m2	\$ 7,12	\$ 7,12	0%
Enlucido de escalones con endurecedor de cuarzo	m2	\$ 7,11	\$ 7,11	0%
Revocado pozos de ascensores	m2	\$ 7,11	\$ 7,11	0%
ALBAÑILERIA GENERALES				
Enlucido exterior	m2	\$ 7,10	\$ 10,31	45%
Filos exteriores	ml	\$ 4,62	\$ 4,22	-9%
Mesones de hormigón	ml	\$ 16,38	\$ 16,38	0%
Bases de H.A. para equipos e= 30cm	m2	\$ 19,88	\$ 19,88	0%
Topes de parqueos, l= 2.13m, h= 0.15m	un	\$ 10,19	\$ 9,19	-10%
Cajas de registro sanitarias profundas	u	\$ 16,69	\$ 16,69	0%

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO PLANIFICADO (\$ / Hora)	COSTO REAL EN SITIO (\$ / Hora)	PORCENTAJE INCREMENTO
Cajas de registro sanitarias	u	\$ 16,69	\$ 16,69	0%
Cajas de registro eléctricas y telefónicas	u	\$ 16,69	\$ 16,69	0%
Sumideros	u	\$ 16,69	\$ 16,69	0%
Caja de conexión de medidor	u	\$ 16,69	\$ 16,69	0%
Boquetes y pasos de tuberías	u	\$ 4,64	\$ 4,64	0%
Protección ductos en terrazas	u	\$ 7,11	\$ 7,11	0%
Endurado de instalaciones eléctricas	ml	\$ 0,44	\$ 0,34	-22%
Endurado de instalaciones sanitarias	ml	\$ 0,45	\$ 0,33	-28%
SISTEMA HORMI2				
Acero estructural (chicoteado)	kg	\$ 10,03	\$ 10,03	0%
Franjas y fillos (vanos de puertas, ventanas y otros)	m	\$ 4,63	\$ 4,63	0%
Esquinas en tabiquería hormi2	m	\$ 8,14	\$ 8,14	0%
Boquetes de puertas	u	\$ 5,15	\$ 2,13	-59%
Boquetes de ventanas	u	\$ 5,54	\$ 4,31	-22%
Corte y conformación de paredes	m2	\$ 6,96	\$ 6,96	0%
Montaje de paredes	m2	\$ 7,09	\$ 9,18	29%
Apuntalamiento de paredes	m2	\$ 2,20	\$ 2,44	11%
Enlucido interior proyectado sobre paneles hormi2	m2	\$ 0,69	\$ 0,97	40%
Enlucido exterior proyectado sobre paneles hormi2	m2	\$ 0,81	\$ 1,30	61%

En la parte donde se detallan los costos planificados, fueron datos estimados de los rendimientos que preparo la contratista en la etapa de licitación del proyecto, diciendo que ese valor le cuesta realizar en una hora de trabajo durante la ejecución de ese rubro.

El costo real de sitio no es nada más que el costo real que genera la mano de obra por hora, como en este caso es en base a rol de pago, estos incrementos en la producción son un beneficio monetario extra que beneficia a la contratista.

Como se puede observar en el caso de la estructura no se ven a simple vista que se hayan mejorado los costos, sin embargo es uno de los principales rubros que le ha generado una mejor ganancia a la empresa, con solo haber cumplido a la meta esta cumple las expectativas planteadas en la planificación.

En el caso de albañilería es diferente, se puede observar que hay incrementos y disminuciones en el costo real, para explicarlo mejor se presentara un ejemplo práctico para el análisis de estos costos por hora:

Se ve que en la mampostería hubo un incremento del 61% en el levantamiento de paredes de espesor de 14 cm, con un costo planificado de \$ 7,11 procediendo a analizar que:

En un día de trabajo de 8 horas, a la cuadrilla se le procede a cancelar un valor de \$ 56,88 diario según lo planificado en el presupuesto de obra, sin embargo en la realidad el rendimiento que produce en sitio tiene un aumento de 61% al estimado, provocando que el costo por hora que genera la cuadrilla aumente a \$ 11,42 dando un valor total de \$ 91,39 al día por la pared, sin embargo al personal se le paga el valor planificado en la obra y el saldo de \$ 34,48 es un beneficio adicional que obtiene la empresa constructora por la cuadrilla que levanta esa pared.

Puede sonar muy injusto pero en la realidad esto es lo que mueve a la industria de la construcción, porque en estos tiempos existe mucha competencia en el ámbito laboral y muchos tienden a bajar sus precios para generar una propuesta más amigable a los ojos del promotor.

Por eso muchas obras han fracasado en este medio, ya que no se le ha prestado la importancia necesaria a los rendimientos que producen la mano de obra, generando pérdidas económicas considerables. También la supervisión por parte del personal técnico en la obra influye bastante en el control de los rendimientos, esta debe ser constante para que no existan tiempos vagos en las cuadrillas que perjudiquen en plazos de entrega de la obra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A la finalización de este trabajo, en base a datos recopilados en sitio, se pudieron hallar rendimientos de la mano de obra referenciales de cada uno de los rubros más importantes que inciden dentro de la construcción, en este caso el trabajo se desarrolló para la construcción del edificio.

El rendimiento de la mano de obra en el edificio Emporium en general fue muy bueno porque se cumplían los plazos dentro de la programación estimada de la obra, evitando retrasos y aumentando la productividad dentro de la construcción en general. La programación usada además del control constante de la obra por parte del personal técnico demostró que con una buena planificación previa de parte de la contratista al final se obtendrían buenos resultados en la productividad del personal y de la maquinaria usada en la obra.

A continuación se presenta un cuadro de resultados finales, detallando los datos promedios tomados en sitio de los rendimientos de mano de obra, estos datos fueron tomados dentro de la construcción de una obra tipo edificación, sin embargo pueden ser usados como referenciales a otros tipos de obras civiles.

Tabla 7. Rendimientos referenciales tomados en sitio

RENDIMIENTOS REFERENCIALES TOMADOS EN SITIO				
CONCEPTO	U	RENDIMIENTO Unidad/Jornal	RENDIMIENTO Unidad/Hora	RENDIMIENTO Hora/Unidad
Fundición				
Hormigón en columnas	m3	9,10	1,14	0,88
Hormigón en muros estructurales	m3	4,90	0,61	1,63
Hormigón en escaleras	m3	4,40	0,55	1,82
Hormigón en losa de compresión	m3	6,40	0,80	1,25
Hormigón en vigas	m3	6,40	0,80	1,25
Hormigón en loseta superior	m3	6,30	0,79	1,27
Mampostería				
Paredes bloque cemento de 9cm	m2	15,00	1,88	0,53
Paredes bloque cemento de 14cm	m2	15,00	1,88	0,53
Paredes bloque cemento de 19cm	m2	15,00	1,88	0,53
Pilaretes	ml	12,00	1,50	0,67
Viguetas	ml	12,00	1,50	0,67
Enlucidos				
Enlucido Interior	m2	15,50	1,94	0,52
Enlucido exterior	m2	15,50	1,94	0,52
Cuadrada de boquetes	ml	12,50	1,56	0,64
Cuadrada de marcos	ml	12,50	1,56	0,64
Filos interiores	ml	16,50	2,06	0,48
Filos exteriores	ml	12,50	1,56	0,64
Goteros	m2	12,00	1,50	0,67
Topes de parqueos	u	4,00	0,50	2,00
Endurado de instalaciones eléctricas	ml	25,00	3,13	0,32
Endurado de instalaciones sanitarias	ml	20,00	2,50	0,40
Instalación de Hormi2				
Montaje de paredes	m2	43,20	5,40	0,19
Apuntalamiento de paredes	m2	114,70	14,34	0,07
Enlucido interior proyectado	m2	20,50	2,56	0,39
Enlucido exterior proyectado	m2	10,00	1,25	0,80

Dentro del proyecto se debe considerarse que tipo de personal entraría a trabajar en la construcción de la edificación, el cual debe de cumplir ciertos

requisitos para que no afecte el rendimiento estimado ni la productividad alcanzada por la contratista:

- Personal con experiencia, sin embargo esto no quiere decir que todo el personal usado deba tener experiencia, en algunos casos la capacitación laboral es un recurso para que personas sin experiencia se proyecten como un nuevo personal que se lo usó como oficiales de obra, para que de a poco obtengan experiencia y se conviertan en personal especializados dentro de la construcción.
- Personal con estado de salud óptimo, el trabajo en obra es desgastante y con mucho esfuerzo físico, por eso este personal debe tener una buena salud, además se les brindará el descanso apropiado y un seguro médico.
- Utilizar el equipo apropiado, el uso del equipo de protección será obligatorio además del uso del arnés en alturas mayores a los 4 metros para evitar cualquier accidente laboral. El personal deberá acatar esta disposición para que no ocurran accidentes lamentables.

Además de esto, será deber del contratista brindar los materiales, herramientas y equipos necesarios para la ejecución de un rubro dentro del tiempo establecido, para evitar “tiempos vagos” que originan una reducción de la productividad dentro de la obra.

De acuerdo con el estudio se determinó que un seguimiento riguroso y constante por parte del personal técnico de la obra beneficiará a los rendimientos de la obra, evitando así que se presenten varios problemas como la escasez de material, tiempos vagos de los obreros, falta de detalles en planos, etc.

Al existir un control rutinario de la productividad del personal, el constructor podrá determinar cómo está la situación dentro de la obra y si se cumplen las

metas estimadas en la etapa de planificación del proyecto, en caso de que existan bajos rendimientos en alguna actividad, el constructor podrá determinar la decisión correcta para encontrar soluciones que resuelvan cualquier contratiempo.

En la actualidad varios proyectos han fracasado esencialmente por la falta de organización de la obra que conlleva a una pérdida de liquidez económica, ya que muchos constructores hicieron caso omiso de controlar la productividad del personal a cargo de la ejecución de estas obras, en cambio otros han avanzado al siguiente nivel dentro de una organización de obra eficaz, generando mejores rendimientos y aumentando el beneficio económico de la construcción de la obra.

Esto demuestra que se deben tomar muy en cuenta los rendimientos en la obra de realizar una planificación previa durante la etapa de licitación o antes del comienzo de la obra, porque así se obtendrá resultados satisfactorios durante la construcción del proyecto, caso contrario si se los toma a la ligera generaría una falta de liquidez en la obra y conlleva esto al fracaso del proyecto como se lo ve actualmente dentro de nuestro medio.

BIBLIOGRAFÍA

Ing. Carlos Suarez Salazar (2011). Costo y tiempo en edificación. Tercera edición.

Ing. Walter Rodríguez Castillejo (2013). Gerencia de construcción y del tiempo-costo. Segunda edición.

Ing. Luis Botero Botero (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción.

ANEXOS

ANEXOS: ESPECIFICACIONES TECNICAS

A.1 ESPECIFICACIONES MOVIMIENTO DE TIERRAS

A.1.1 REPLANTEO Y NIVELACION

DEFINICIÓN.-

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

ESPECIFICACIONES.-

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de alta precisión como estaciones totales y/o niveles y deberá contar con el personal técnico capacitado y experimentado. Para el efecto deberá colocarse las referencias BMS, ESTACIONES o AUXILIARES necesarias para ubicar ejes, paredes y otros elementos requeridos.

A.1.2 EXCAVACIONES

DEFINICIÓN.-

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar elementos estructurales incluyendo las operaciones necesarias para: el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

ESPECIFICACIONES.-

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5 cm de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10 cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la fundición del elemento estructural.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno de la misma, incluyendo la fundición del elemento estructural, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando a juicio del Ingeniero Fiscalizador, el terreno que constituya la cota de cimentación sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del Ingeniero Fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el Ingeniero Fiscalizador, y a costo del contratista.

Cuando los bordes superiores de excavación estén en pavimentos, los cortes deberán ser lo más rectos y regulares posibles.

A.1.3 SUB – BASES

SUB-BASE DE AGREGADOS

DESCRIPCIÓN.-

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

MATERIALES.-

Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

- Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.
- Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 1.1.

- Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 1.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Tabla 1.1 Porcentaje en peso que pasa a través TAMIZ de los tamices de malla cuadrada			
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

EQUIPO.-

El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS.-

La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Optima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y

retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.

PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE.-

Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

SELECCIÓN Y MEZCLADO.-

Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el

proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

TENDIDO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN.-

Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada.

De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

COMPACTACIÓN.-

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior.

Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la

superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en la sección ensayos y tolerancia, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

MEDICIÓN.-

La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de sub-base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

A.1.4 RELLENOS

DEFINICIÓN.-

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

ESPECIFICACIONES.-

RELLENO

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de elementos estructurales, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertas de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre elementos estructurales deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie de las estructuras. Como norma general el apisonado hasta los 60 cm sobre la estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

En cada caso particular el Ingeniero Fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

COMPACTACIÓN

El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la excavación; así bajo cimentaciones (entiéndase plintos, vigas de cimentación o losas de cimentación), se requiere un alto grado de compactación (90% Proctor). En zonas donde no existan cimientos no se requerirá un alto grado de compactación (85% Proctor). La comprobación de la compactación se realizará mínimo cada 50 metros y nunca menos de 2 comprobaciones.

Cuando por naturaleza del trabajo o del material, no se requiera un grado de compactación especial, el relleno se realizará en capas sucesivas no mayores de 20 cm; la última capa debe colmarse y dejar sobre ella un montículo de 15 cm sobre el nivel natural del terreno o del nivel que determine el proyecto o el Ingeniero Fiscalizador. Los métodos de compactación difieren para material cohesivo y no cohesivo.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja lo permite, se puede utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en los elementos estructurales. Con el propósito de obtener

una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que el sitio de excavación haya sido relleno y compactado, el Constructor deberá limpiar de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el Ingeniero Fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Material para relleno: excavado, de préstamo, terro-cemento

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que previo el visto bueno del Ingeniero Fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.

c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas y no se logre encontrar un material apto para el mejoramiento, se realizará un cambio de suelo con mezcla de tierra y cemento (terrocemento) en las proporciones indicadas en los planos o de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero Fiscalizador. La tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

A.1.5 ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES

DEFINICION.-

ACARREO

Se entenderá por acarreo de material producto de excavaciones, la operación de cargar y transportar dicho material hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren en la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el Ingeniero Fiscalizado.

El acarreo, comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra y a una distancia mayor de 100 m, medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. Si el acarreo se realiza en una distancia menor a 100 m, su costo se deberá incluir en el rubro que ocasione dicho acarreo.

El acarreo se podrá realizar con carretillas, al hombro, mediante acémilas o cualquier otra forma aceptable para su cabal cumplimiento.

En los proyectos en los que no se puede llegar hasta el sitio mismo de construcción de la obra con materiales pétreos y otros, sino que deben ser descargados cerca de ésta debido a que no existen vías de acceso

carrozables, el acarreo de estos materiales será considerado dentro del análisis del rubro.

TRANSPORTE

Se entiende por transporte, todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra, todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares determinados en los planos o por el Fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados.

Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final,

ESPECIFICACIONES.-

ACARREO

El acarreo de materiales producto de las excavaciones o determinados en los planos y/o documentos de la obra, autorizados por la Fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo.

TRANSPORTE

El transporte se realizará del material autorizado por el Fiscalizador y a los sitios previamente determinados en los planos o dispuestos por la Fiscalización, este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados, y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores de los sitios de acopio.

El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador, si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados, o transportados, la distancia para el pago será aquella determinada por el fiscalizador o los planos.

A.2 ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES

A.2.1 HORMIGONES

DEFINICIÓN.-

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante, de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas y su traslado (manual o por bombeo), colocación y correcto vibrado en los elementos estructurales; puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

ESPECIFICACIONES.-

GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas, incluyen los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, a fin de que estas tengan perfectos acabados y la estabilidad requerida.

CLASES DE HORMIGON

Las clases de hormigón a utilizarse en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenada por el Fiscalizador.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen 4 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

TIPO DE HORMIGON	f'c (Kg/cm2)
HS	240
HS	180
HS	140
H Ciclópeo	60% HS 180 + 40% Piedra

El hormigón de 240 kg/cm² está destinado al uso en secciones de estructura o estructuras no sujetas a la acción directa del agua o medios agresivos, secciones masivas ligeramente reforzadas, muros de contención.

El hormigón de 180 kg/cm² se usa generalmente en secciones masivas sin armadura, contrapisos, pavimentos, bordillos, aceras.

El hormigón de 140 kg/cm² se usará para replantillos.

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la Entidad Contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del Fiscalizador.

NORMAS

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

MATERIALES

CEMENTO

Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152: Requisitos, no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Portland: Rocafuerte, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Portland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente maestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

La comprobación del cemento, indicado en el párrafo anterior, se referirá a:

TIPO DE ENSAYO	ENSAYO INEN
Análisis químico	INEN 152
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159
Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión	INEN 488
Resistencia a la flexión	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Si los resultados de las pruebas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

Cuando se disponga de varios tipos de cemento estos deberán almacenarse por separado y se los identificará convenientemente para evitar que sean mezclados.

AGREGADO FINO

Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas.

La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables. Igualmente no se permitirá el uso del agregado fino con contenido de humedad superior al 8 %.

Los requerimientos de granulometría deberá cumplir con la norma INEN 872: Áridos para hormigón. Requisitos. El módulo de finura no será menor que 2.4 ni mayor que 3.1; una vez que se haya establecido una granulometría, el módulo de finura de la arena deberá mantenerse estable, con variaciones máximas de ± 0.2 , en caso contrario el fiscalizador podrá disponer que se realicen otras combinaciones, o en último caso rechazar este material.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS

Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 856.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 858.

El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas e impurezas orgánicas, para lo cual se empleará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo material que produzca un color más oscuro que el patrón.

Un árido fino rechazado en el ensayo de impurezas orgánicas puede ser utilizado, si la decoloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas discretas similares. También puede ser aceptado si, al ensayarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia de morteros, la resistencia relativa calculada a los 7 días, de acuerdo con la norma INEN 866, no sea menor del 95 %.

El árido fino por utilizarse en hormigón que estará en contacto con agua, sometida a una prolongada exposición de la humedad atmosférica o en contacto con la humedad del suelo, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, en una cantidad suficiente para producir una expansión excesiva del mortero o del hormigón. Si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el árido fino puede utilizarse, siempre que se lo haga con un cemento que contenga menos del 0.6 % de álcalis calculados como óxido de sodio.

El árido fino sometido a 5 ciclos de inmersión y secado para el ensayo de resistencia a la disgregación (norma INEN 863), debe presentar una pérdida de masa no mayor del 10 %, si se utiliza sulfato de sodio; o 15 %, si se utiliza sulfato de magnesio. El árido fino que no cumple con estos porcentajes puede aceptarse siempre que el hormigón de propiedades comparables, hecho de árido similar proveniente de la misma fuente, haya demostrado un

servicio satisfactorio al estar expuesto a una intemperie similar a la cual va estar sometido el hormigón por elaborarse con dicho árido.

Todo el árido fino que se requiera para ensayos, debe cumplir los requisitos de muestreo establecidos en la norma INEN 695.

La cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se especifican en la norma INEN 872

Porcentajes máximos de sustancias extrañas en los agregados.-

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

AGREGADO FINO	% DEL PESO
Material que pasa el tamiz No. 200	3.00
Arcillas y partículas desmenuzables	0.50
Hulla y lignito	0.25
Otras sustancias dañinas	2.00
Total máximo permisible	4.00

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido fino no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872 para árido fina.

AGREGADO GRUESO

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de estas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Para los trabajos de hormigón, consistirá en roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico, preferentemente de piedra azul.

Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas, y otras sustancias perjudiciales, para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas.

También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga mas del 15 % de formas planas o alargadas.

La producción y almacenamiento del ripio, se efectuará dentro de tres grupos granulométricos separados, designados de acuerdo al tamaño nominal máximo del agregado y según los siguientes requisitos:

TAMIZ INEN (Aberturas cuadradas)	PORCENTAJE EN MASA QUE DEBEN PASAR POR LOS TAMICES		
	No.4 a 3/4"(19 mm)	3/4" a 1 1/2"(38mm)	1 1/2 a 2" (76mm)
3" (76 mm)			90 - 100
2" (50 mm)		100	20 - 55
1 1/2" (38 mm)		90 - 100	0 - 10
1" (25 mm)	100	20 - 45	0 - 5
3/4 (19mm)	90 - 100	0 - 10	
3/8 (10mm)	30 - 55	0 - 5	
No. 4 (4.8mm)	0 - 5		

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS

Las exigencias de granulometrías serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 857.

Porcentajes máximos de substancias extrañas en los agregados.-

Los siguientes son los porcentajes máximos permisibles (en peso de la muestra) de sustancias indeseables y condicionantes de los agregados.

AGREGADO GRUESO	% DEL PESO
Solidez, sulfato de sodio, pérdidas en cinco ciclos:	12.00
Abrasión - Los Ángeles (pérdida):	35.00
Material que pasa tamiz No. 200:	0.50
Arcilla:	0.25
Hulla y lignito:	0.25
Partículas blandas o livianas:	2.00
Otros:	1.00

En todo caso la cantidad de sustancias perjudiciales en el árido grueso no debe exceder los límites que se estipula en la norma INEN 872.

PIEDRA

La piedra para hormigón ciclópeo deberá provenir de depósitos naturales o de canteras; será de calidad aprobada, sólida resistente y durable, exenta de defectos que afecten a su resistencia y estará libre de material vegetal tierra u otro material objetables. Toda la piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

Las piedras a emplearse para cimientos o cualquier obra de albañilería serán limpias, graníticas, andesíticas o similares, de resistencia y tamaño adecuado para el uso que se les va a dar, inalterables bajo la acción de los agentes atmosféricos.

ENSAYOS Y TOLERANCIAS:

La piedra para hormigón ciclópeo tendrá una densidad mínima de 2.3 gr/cm³, y no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión norma INEN 861 luego de 500 vueltas de la máquina de los Ángeles.

La piedra para hormigón ciclópeo no arrojará una pérdida de peso mayor al 12 %, determinada en el ensayo de durabilidad, norma INEN 863, Lego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El tamaño de las piedras deberá ser tal que en ningún caso supere el 25 % de la menor dimensión de la estructura a construirse. El volumen de piedras incorporadas no excederá del 50 % del volumen de la obra o elemento que se está construyendo con ese material.

AGUA

El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas, deletéreos y aceites, tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108 Agua Potable: Requisitos. El agua que se emplee para el curado del hormigón, cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

ADITIVOS

Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben de cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra.

En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos.

Se respetarán las proporciones y dosificaciones establecidas por el productor.

Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas:

- Aditivos para hormigones. Aditivos químicos. Requisitos. Norma INEN PRO 1969.
- Aditivos para hormigones. Definiciones. Norma INEN PRO 1844
- Aditivos reductores de aire. Norma INEN 191, 152

Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que esta exige exceptuando el análisis infrarrojo.

AMASADO DEL HORMIGON

Se recomienda realizar el amasado a máquina, en lo posible una que posea una válvula automática para la dosificación del agua.

La dosificación se la hará al peso. El control de balanzas, calidades de los agregados y humedad de los mismos deberá hacerse por lo menos a la iniciación de cada jornada de fundición.

El hormigón se mezclará mecánicamente hasta conseguir una distribución uniforme de los materiales. No se sobrecargará la capacidad de las hormigoneras utilizadas; el tiempo mínimo de mezclado será de 1.5 minutos, con una velocidad de por lo menos 14 r.p.m.

El agua será dosificada por medio de cualquier sistema de medida controlado, corrigiéndose la cantidad que se coloca en la hormigonera de acuerdo a la humedad que contengan los agregados. Pueden utilizarse las pruebas de consistencia para regular estas correcciones.

Hormigón mezclado en camión

La norma que regirá al hormigón premezclado será la INEN PRO 1855.

Las mezcladoras sobre camión serán del tipo de tambor giratorio, impermeables y de construcción tal que el hormigón mezclado forme una masa completamente homogénea.

Los agregados y el cemento serán medidos con precisión en la planta central, luego de lo cuál se cargará el tambor que transportará la mezcla. La mezcladora del camión estará equipada con un tanque para medición de agua; solamente se llenará el tanque con la cantidad de agua establecida, a menos que se tenga un dispositivo que permita comprobar la cantidad de agua añadida. La cantidad de agua para cada carga podrá añadirse directamente, en cuyo caso no se requiere tanque en el camión.

La capacidad de las mezcladoras sobre camión será la fijada por su fabricante, y el volumen máximo que se transportará en cada carga será el 60 % de la capacidad nominal para mezclado, o el 80 % del mismo para la agitación en transporte.

El mezclado en tambores giratorios sobre camiones deberá producir hormigón de una consistencia adecuada y uniforme, la que será comprobada por el Fiscalizador cuando él lo estime conveniente. El mezclado se empezará hasta dentro de 30 minutos luego de que se ha añadido el cemento al tambor y se encuentre éste con el agua y los agregados. Si la temperatura del tambor está sobre los 32 grados centígrados y el cemento que se utiliza es de fraguado rápido, el límite de tiempo antedicho se reducirá a 15 minutos.

La duración del mezclado se establecerá en función del número de revoluciones a la velocidad de rotación señalada por el fabricante.

El mezclado que se realice en un tambor giratorio no será inferior a 70 ni mayor que 100 revoluciones. Para verificar la duración del mezclado, se instalará un contador adecuado que indique las revoluciones del tambor; el contador se accionará una vez que todos los ingredientes del hormigón se

encuentren dentro del tambor y se comience el mezclado a la velocidad especificada.

Transporte de la mezcla.- La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1.5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. En condiciones favorables para un fraguado más rápido, como tiempo caluroso, el Fiscalizador podrá exigir la entrega del hormigón en un tiempo menor al señalado anteriormente.

El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

En el transporte, la velocidad de agitación del tambor giratorio no será inferior a 4 RPM ni mayor a 6 RPM. Los métodos de transporte y manejo del hormigón serán tales que faciliten su colocación con la mínima intervención manual y sin causar daños a la estructura o al hormigón mismo.

MANIPULACION Y VACIADO DEL HORMIGON

MANIPULACION

La manipulación del hormigón en ningún caso deberá tomar un tiempo mayor a 30 minutos.

Previo al vaciado, el constructor deberá proveer de canalones, elevadores, artesas y plataformas adecuadas a fin de transportar el hormigón en forma correcta hacia los diferentes niveles de consumo. En todo caso no se permitirá que se deposite el hormigón desde una altura tal que se produzca la separación de los agregados.

El equipo necesario tanto para la manipulación como para el vaciado, deberá estar en perfecto estado, limpio y libre de materiales usados y extraños.

VACIADO

Para la ejecución y control de los trabajos, se podrán utilizar las recomendaciones del ACI 614 - 59 o las del ASTM. El constructor deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el cronograma, planes y equipos ya aprobados. Todo proceso de vaciado, a menos que se justifique en algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador.

El hormigón debe ser colocado en obra dentro de los 30 minutos después de amasado, debiendo para el efecto, estar los encofrados listos y limpios, asimismo deberán estar colocados, verificados y comprobados todas las armaduras y chicotes, en estas condiciones, cada capa de hormigón deberá ser vibrada a fin de desalojar las burbujas de aire y oquedades contenidas en la masa, los vibradores podrán ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, de inmersión o de superficie, etc.

De ser posible, se colocará en obra todo el hormigón de forma continua. Cuando sea necesario interrumpir la colocación del hormigón, se procurará que esta se produzca fuera de las zonas críticas de la estructura, o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada según los requerimientos del caso y aprobados por la fiscalización.

Para colocar el hormigón en vigas o elementos horizontales, deberán estar fundidos previamente los elementos verticales.

Las jornadas de trabajo, si no se estipula lo contrario, deberán ser tan largas, como sea posible, a fin de obtener una estructura completamente monolítica, o en su defecto establecer las juntas de construcción ya indicadas.

El vaciado de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

a) Vaciado del hormigón bajo agua:

Se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el Ingeniero fiscalizador y que el hormigón contenga veinticinco (25) por ciento más cemento que la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5°C.

b) Vaciado del hormigón en tiempo frío:

Cuando la temperatura media esté por debajo de 5°C se procederá de la siguiente manera:

- Añadir un aditivo acelerante de reconocida calidad y aprobado por la Supervisión.
- La temperatura del hormigón fresco mientras es mezclado no será menor de 15°C.
- La temperatura del hormigón colocado será mantenida a un mínimo de 10°C durante las primeras 72(setenta y dos) horas después de vaciado durante los siguientes 4(cuatro) días la temperatura de hormigón no deberá ser menor de 5°C.

El Constructor será enteramente responsable por la protección del hormigón colocado en tiempo frío y cualquier hormigón dañado debido al tiempo frío será retirado y reemplazado por cuenta del Constructor.

c) Vaciado del hormigón en tiempo cálido:

La temperatura de los agregados agua y cemento será mantenido al más bajo nivel práctico. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.

La subrasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de colocar el hormigón.

La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la Supervisión, debido a condiciones excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.

Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento de cono especificado.

CONSOLIDACIÓN

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado a intervalos horizontales que no excedan de 75 cm, y por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

PRUEBAS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA

Se controlará periódicamente la resistencia requerida del hormigón, se ensayarán en muestras cilíndricas de 15.3 cm (6") de diámetro por 30.5 cm

(12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM, C172, C192, C31 y C39.

A excepción de la resistencia del hormigón simple en replantillo, que será de 140 Kg/cm², todos los resultados de los ensayos de compresión, a los 28 días, deberán cumplir con la resistencia requerida, como se especifique en planos. No más del 10 % de los resultados de por lo menos 20 ensayos (de 4 cilindros de cada ensayo; uno ensayado a los 7 días, y los 3 restantes a los 28 días) deberán tener valores inferiores.

La cantidad de ensayos a realizarse, será de por lo menos uno (4 cilindros por ensayo, 1 roto a los 7 días y los 3 a los 28 días), para cada estructura individual.

Los ensayos que permitan ejercer el control de calidad de las mezclas de concreto, deberán ser efectuados por el fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las mezcladoras. El envío de los 4 cilindros para cada ensayo se lo hará en caja de madera.

Si el transporte del hormigón desde las hormigoneras hasta el sitio de vaciado, fuera demasiado largo y sujeto a evaporación apreciable, se tomará las muestras para las pruebas de consistencia y resistencia junto al sitio de la fundición.

De utilizarse hormigón premezclado, se tomarán muestras por cada camión que llegue a la obra.

La uniformidad de las mezclas, será controlada según la especificación ASTM - C39. Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en el campo, ya sea por el método del factor de compactación del ACI, o por los ensayos de asentamiento, según ASTM - C143. En todo caso la consistencia

del hormigón será tal que no se produzca la disgregación de sus elementos cuando se coloque en obra.

Siempre que las inspecciones y las pruebas indiquen que se ha producido la segregación de una amplitud que vaya en detrimento de la calidad y resistencia del hormigón, se revisará el diseño, disminuyendo la dosificación de agua o incrementando la dosis de cemento, o ambos. Dependiendo de esto, el asentamiento variará de 7 - 10 cm.

El fiscalizador podrá rechazar un hormigón, si a su juicio, no cumple con la resistencia especificada, y será quien ordene la demolición de tal o cual elemento.

CURADO DEL HORMIGON

El constructor, deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del Comité 612 del ACI.

De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad.

El curado con agua, deberá realizárselo durante un tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido.

Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente, no periódicamente, húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco, permanezca tan fría como sea posible.

El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón.

El curado de membrana, podrá ser realizado mediante la aplicación de algún dispositivo o compuesto sellante que forme una membrana impermeable que retenga el agua en la superficie del hormigón. El compuesto sellante será pigmentado en blanco y cumplirá los requisitos de la especificación ASTM C309, su consistencia y calidad serán uniformes para todo el volumen a utilizarse.

El constructor, presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados.

REPARACIONES

Cualquier trabajo de hormigón que no se halle bien conformado, sea que muestre superficies defectuosas, aristas faltantes, etc., al desencofrar, serán reformados en el lapso de 24 horas después de quitados los encofrados.

Las imperfecciones serán reparadas por mano de obra experimentada bajo la aprobación y presencia del fiscalizador, y serán realizadas de tal manera que produzcan la misma uniformidad, textura y coloración del resto de la

superficie, para estar de acuerdo con las especificaciones referentes a acabados.

Las áreas defectuosas deberán picarse, formando bordes perpendiculares y con una profundidad no menor a 2.5 cm. El área a repararse deberá ser la suficiente y por lo menos 15 cm.

Según el caso para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, morteros, hormigones, incluyendo aditivos, tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, cemento blanco, etc. Todas las reparaciones se deberán conservar húmedas por un lapso de 5 días.

Cuando la calidad del hormigón fuere defectuosa, todo el volumen comprometido deberá reemplazarse a satisfacción del fiscalizador.

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Las juntas de construcción deberán ser colocadas de acuerdo a los planos o lo que indique la fiscalización.

Donde se vaya a realizar una junta, la superficie de hormigón fundido debe dejarse dentada o áspera y será limpiada completamente mediante soplete de arena mojada, chorros de aire y agua a presión u otro método aprobado. Las superficies de juntas encofradas serán cubiertas por una capa de un cm de pasta de cemento puro, inmediatamente antes de colocar el hormigón nuevo.

Dicha parte será bien pulida con escobas en toda la superficie de la junta, en los rincones y huecos y entre las varillas de refuerzo saliente.

TOLERANCIAS

El constructor deberá tener mucho cuidado en la correcta realización de las estructuras de hormigón, de acuerdo a las especificaciones técnicas de

construcción y de acuerdo a los requerimientos de planos estructurales, deberá garantizar su estabilidad y comportamiento.

El fiscalizador podrá aprobar o rechazar e inclusive ordenar rehacer una estructura cuando se hayan excedido los límites tolerables que se detallan a continuación:

Tolerancia para estructuras de hormigón armado

a) Desviación de la vertical (plomada)

En las líneas y superficies de paredes y en aristas:

En 3 m 6.0 mm

En un entrepiso:

Máximo en 6 m 10.0 mm

En 12 m o más 19.0 mm

b) Variaciones en las dimensiones de las secciones transversales en los espesores de losas y paredes:

En menos 6 mm

En más 12.0 mm

c) Zapatas o cimentaciones

1. Variación de dimensiones en planta:

En menos 12.0 mm

En más 50.0 mm

2. Desplazamientos por localización o excentricidad: 2% del ancho de zapata en la dirección del desplazamiento pero no más de 50.0 mm.

3. Reducción en espesores: Menos del 5% de los espesores especificados

Tolerancias para estructuras masivas:

a) Toda clase de estructuras:

En 6 m	12.0 mm
--------	---------

1. Variaciones de las dimensiones construidas de las establecidas en los planos:

En 12 m	19.0 mm
En 24 m o más	32.0 mm

2. Variaciones de las dimensiones con relación a elementos estructurales individuales, de posición definitiva: En construcciones enterradas dos veces las tolerancias anotadas antes.

b) Desviaciones de la vertical de los taludes especificados o de las superficies curvas de todas las estructuras incluyendo las líneas y superficies de columnas, paredes, estribos, secciones de arcos, medias cañas para juntas verticales y aristas visibles:

En 3 m	12.0 mm
En 6 m	19.0 mm
En 12 ó más	30.0 mm

En construcciones enterradas: dos veces las tolerancias anotadas antes.

Tolerancias para colocación del acero de refuerzo:

a) Variación del recubrimiento de protección:

Con 50 mm de recubrimiento: 6.0 mm
 Con 76 mm de recubrimiento: 12.0 mm

b) Variación en el espaciamiento indicado: 10.0 mm

DOSIFICACIÓN AL PESO

Sin olvidar que los hormigones deberán ser diseñados de acuerdo a las características de los agregados, se incluye la siguiente tabla de dosificación al peso, para que sea utilizada como referencia.

RESISTENCIA 28 DIAS (Mpa.)	DOSIFICACION X M3				RECOMENDACIÓN DE USO
	C(kg)	A(m3)	R(m3)	Ag.(lt)	
210	410	0.544	0.544	221	Estruc. normales
180	350	0.466	0.699	210	Estruc. menor importancia
140	300	0.403	0.805	204	Cimientos- piso- aceras
120	280	0.474	0.758	213	Bordillos

C = Cemento

A = Arena

R = Ripio o grava

Ag. = Agua

Nota: Agregados de buena calidad, libre de impurezas, materia orgánica, finos (tierra) y buena granulometría.

Agua Potable, libre de aceites, sales y/o ácidos.

A.2.2 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DEFINICIÓN.-

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retira los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

ESPECIFICACIONES.-

Los encofrados construidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas, estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1 cm.

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos, de un diámetro mínimo de 8 mm roscados de lado a lado, con arandelas y tuercas.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por sí solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón; las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el Constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del Fiscalizador para el procedimiento del colado, no relevará al Constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

A.2.3 ACERO DE REFUERZO

DEFINICIÓN.-

ACERO EN BARRAS:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, muros, plintos, losa, columnas, cadenas, etc.; de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

MALLA ELECTRO SOLDADA:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte y colocación de malla electro soldada de diferentes dimensiones que se colocará en los lugares indicados en los planos respectivos

ESPECIFICACIONES.-

ACERO EN BARRAS:

El Constructor suministrará dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario, estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm², grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM-A 617. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de procederse a su colocación, las varillas de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de HS, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de este. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto; o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

Malla electrosoldada:

La malla electrosoldada para ser usada en obra, deberá estar libre de escamas, grasas, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o hacer desaparecer la adherencia, y cumpliendo la norma ASTM A 497.

Toda malla electrosoldada será colocada en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento, ligadura y anclaje. No se permitirá que contraviniendo las disposiciones establecidas en los planos o en estas especificaciones, la malla sea de diferente calidad o esté mal colocada.

Toda armadura o características de estas, serán comprobadas con lo indicado en los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con fiscalización.

A.2.4 ACERO ESTRUCTURAL

DEFINICION

Son las estructuras construidas con elementos de acero en perfiles, varillas, tubos, láminas de acero, alambre, que pueden tener diversas funciones, de acuerdo al diseño y función en las construcciones. Comprender elementos constructivos, tales como puertas, cerramientos, escaleras, pasamanos, estructuras, placas, etc.

ESPECIFICACION

Toda obra en hierro se localizará en los sitios que determinen los planos y/o lo indicado por el Ingeniero Fiscalizador.

La forma, materiales y dimensiones de todos sus elementos, así como los mecanismos de elevación, perfiles, láminas, etc. se sujetarán a lo que se indique en los planos y/o lo indicado por el Ingeniero Fiscalizador. El Contratista podrá poner en consideración del Ingeniero Fiscalizador los cambios que creyere convenientes en los diseños de las compuertas, rejillas y otras obras, debiendo éste aprobar o rechazar dichos cambios.

El hierro y el acero de las calidades prescritas, a usarse en las obras previstas en el proyecto, deberán ser trabajados diligentemente, con maestría, regularidad de formas, precisión de dimensiones, con especial referencia a las soldaduras, remachados y sujeción con pernos; serán rechazadas todas las piezas que presentarán indicios de imperfección.

Todos los elementos construidos con los materiales de acero indicados en la especificación correspondiente, se ceñirán a las siguientes especificaciones generales:

- a) Las varillas y perfiles serán obtenidas de laminación directa de lingotes de adecuada identificación del proceso básico (Siemens Martín) o acero de horno eléctrico (Siemens Martín) ácido.

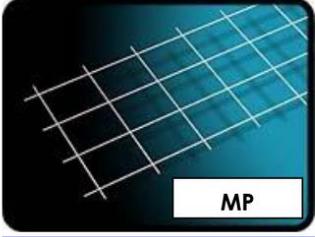
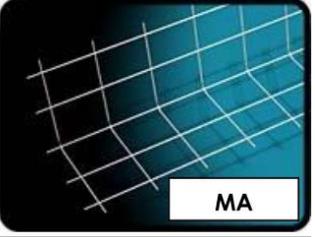
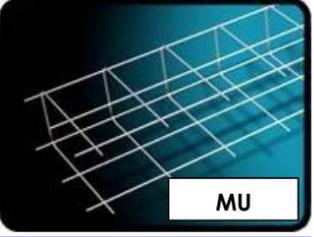
- b) Los diferentes elementos estructurales, se unirán con suelda eléctrica, autógena, bronce o por puntos. También los elementos podrán unirse con remaches o pernos.

- c) Cuando se trate de soldar láminas de hierro negro con perfiles u otros elementos, se tendrá cuidado de escoger el adecuado watiage de aplicación para el electrodo, con el objeto de evitar deformaciones y ondulaciones en la lámina o elementos delgados.

A.3 ESPECIFICACIONES ALBAÑILERIA

A.3.1 PROVISIÓN DE COMPONENTES SISTEMA M2.

Es una malla de acero galvanizado electrosoldada, de diámetro 2.5 mm. La Malla Angular de Refuerzo (MA) es utilizada en todos los sitios donde se forman ángulos entre paneles tanto verticales como horizontales, como son entre paneles de pared, losa de entrepiso con pared, losa de cubierta con pared y entre paneles de cubiertas. Su colocación es por ambos lados y se fijan a los paneles con amarres de alambres de acero recocido No. 18 o grapas de amarre.

MALLA PLANA	MALLA ANGULAR	MALLA "U"
<p>Es utilizada en el reforzamiento de los vértices de las ventanas y puertas, donde se coloca diagonalmente con una inclinación de 45°. También es útil para empalmes entre paneles y aquellos lugares donde se ha cortado la malla por algún motivo.</p>  <p style="text-align: center;">MP</p>	<p>Esta malla refuerza las uniones muro-losa y las uniones muro-muro. Se colocan tanto en la parte interior como en la exterior de las uniones</p>  <p style="text-align: center;">MA</p>	<p>Se utiliza para como remate o refuerzo de los paneles de borde de puertas y ventanas.</p>  <p style="text-align: center;">MU</p>

MALLA TIPO L

DEFINICIÓN.-

Servirá de refuerzo para la estructura con el Sistema M2, en los cambios de dirección entre paneles (uniones pared-pared, pared-losa)

MATERIALES.-

Elementos de acero galvanizado prefabricados proporcionados y entregados en sitio. (malla tipo L)

MALLA TIPO U

DEFINICIÓN.-

Estas son colocadas como refuerzo en filos de puertas ó ventanas, y en mochetas de pared, en filos de losas, cubiertas. Es importante que no quede abierto el acero longitudinal de ésta.

MATERIALES.-

Malla tipo U.

MALLA TIPO I (PLANA)

DEFINICIÓN.-

Estas son colocadas en marcos de puertas y ventanas a 45°. Para reponer la continuidad de la malla electro soldada que compone el panel en sitios donde se haya cortado la misma (cajetines eléctricos, sifones, desagües, etc) se utilizará la malla plana reforzada. Las que se detallan en los planos estructurales.

Malla Plana A: 45°.

1/3 de la malla, L aprox.=42 cm.

MATERIALES MÍNIMOS.-

Malla tipo I (plana)

MALLA ANGULAR ESPECIAL

DEFINICIÓN.-

Estas son colocadas como refuerzos de esquinas interiores y exteriores de paredes, en unión losa de entrepiso-pared que llegan a la losa ó que nacen de la losa, en unión de losa de cubierta-pared.

MATERIALES.-

Malla tipo I (plana).

A.3.2 HORMIGÓN PROYECTADO

PAREDES M2 210 kg/cm², SIN PANEL NI SEGUNDA MANO (CARAGADO)

DESCRIPCIÓN

Es la construcción total de la pared con el uso del sistema EMEDUE desde el timbrado y chicoteado hasta la proyección de la primera capa de mortero, sin incluir el panel ni la segunda mano de proyección.

El Rubro considera las siguientes actividades:

- Timbrado y chicoteado: Es determinar la ubicación de todas las paredes que se construirán en el proyecto, se las marca en los pisos y posteriormente se procede a realizar las perforaciones con el taladro con la finalidad de ubicar las varillas de refuerzo para sostener los paneles.
- Corte y conformación de paredes: Son los distintos destajes que se realiza a los paneles de paredes previas a su instalación.
- Montaje de paredes: Es la Actividad de realizar el montaje de los paneles debidamente sujetos al piso y entre sí, conformando las paredes de división entre ambientes según Planos Arquitectónicos.
- Apuntalamiento de paredes: Son los travesaños, vigas o viguetas o tableros colocados lateralmente a los paneles de paredes cada cierto espacio, que permiten que se proyecte el Micro hormigón en las paredes sin que se deformen.
- Micro hormigón $f'c = 210\text{kg/cm}^2$: Se entiende por micro-hormigón a la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos-fino) en proporciones adecuadas y específicas para ser utilizado en el Sistema EMEDUE en la resistencia establecida en los Planos Estructurales.

Se deben tener presente las siguientes consideraciones:

- a. En general la curva granulométrica del agregado debe estar dentro de los parámetros ASTM para agregado fino de preferencia entre 2 y 5mm.
- b. Libre de material orgánico.

- c. Libre de cascajo o arcilla.
- d. Se debe tomar en cuenta la humedad del Agregado.
- e. El aditivo debe ser un reductor de agua y sin cloruros o un plastificante que incluso puede tener características de un acelerante sin que ella pase a ser la principal
- f. La relación ideal agua/cemento es 0,5.
- g. Finalmente el objetivo es evitar las retracciones rápidas del hormigón.

Dosificación Referencial para hormigón 210kg/cm². Para otras resistencias hacer ensayos en laboratorio.		
Volumen	Peso (aprox.) Relación	Observaciones
1 ¼ parihuela Cemento	50 Kg	*cajón 33cmts
Arena 4.5-5	Parihuellas	280 Kg
Agua 25lts	25 Kg	a/c; 0,5 Énfasis en esta relación
Aditivo Plastificante	0.6% peso	
Ver lista de 0,3 lts	0,31 Kg	cemento aditivo acelerante

- Proyección neumática Primera capa: Se trata de la colocación de aproximadamente 2 a 2.5cm de micro hormigón en paredes a base de equipo neumático. Para iniciar este proceso se debe verificar que:
 - Se cuente con superficies aptas para realizar el trabajo en forma continua.
 - Las paredes estén totalmente amarradas, apuntaladas, aplomadas, colocados los refuerzos en esquinas, unión con el piso y cielorraso.
 - Equipo esté en condiciones de usarlo en forma continua.

MATERIALES.-

Cemento, arena fina, aditivo, cuartón semiduro, epoxico de dos componentes para anclaje, agua, arena homogenizada.

ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR (2da. mano)

DEFINICIÓN.-

Se trata de la colocación de aproximadamente 1cm de micro hormigón de 210 kg/cm², según especificación técnica, en paredes a base de equipo de proyección neumática continua.

CONDICIONES GENERALES.-

- Contar con superficies aptas para realizar el trabajo en forma continua.
- Paredes amarradas, apuntaladas, aplomadas, colocados los refuerzos en esquinas, unión con el piso y cielorraso.
- Equipo en condiciones de usarlo en forma continua.

MATERIALES.-

Cemento, arena, agua, puntales.

ENLUCIDO VERTICAL EXTERIOR (2da mano)

DEFINICIÓN.-

Es el recubrimiento con mortero de 210 kg/cm² según especificaciones técnicas, los elementos verticales exterior, el que será de superficie regular, uniforme, limpia y de buen aspecto, según las ubicaciones determinadas en los planos del proyecto y las indicaciones de la Fiscalización.

CONDICIONES GENERALES.-

Control de la aplicación del mortero en dos capas como mínimo. El recorrido del codal será efectuado en sentido longitudinal y transversal, para obtener una superficie plana, uniforme y nivelada. La capa final del enlucido, será uniforme en su espesor, que no exceda de 1cmts. ni disminuya de 0,005cmts, ajustando las fallas de las paredes y elementos verticales de hormigón.

El mortero se lo debe aplicar en una forma de champeado, sobre la superficie de la mampostería previamente hidratada. Ésta primera capa de mortero no sobrepasará un espesor de 0.005 cm.

Con la ayuda de un codal perfectamente recto, sin alabeos o torceduras, de madera o metálico, se procederá a igualar la superficie revestida, retirando el exceso o adicionando el faltante de mortero, conformando maestras (en áreas grandes) y ajustando el nivel y espesor a las maestras establecidas. Los movimientos del codal serán longitudinales y transversales para obtener una superficie uniformemente plana.

La segunda capa se colocará a continuación de la primera, con un espesor uniforme de 0,005cmts, cubriendo toda la superficie e igualándola mediante el uso del codal y de una paleta de madera de mínimo 200mm x 600mm, utilizando esta última con movimientos circulares. Igualada y verificada la superficie, se procederá al acabado de la misma, con la paleta de madera, para un acabado paleteado grueso o fino: superficie más o menos áspera, utilizada generalmente para la aplicación de una capa de recubrimiento de acabado final; con esponja humedecida en agua, con movimientos circulares uniformemente efectuados, para terminado esponjeado, el que consiste en dejar vistos los granos del agregado fino, para lo que el mortero deberá encontrarse en su fase de fraguado inicial.

Cuando las especificaciones del proyecto señalen un “enlucido alisado”, al acabado paleteado y en forma inmediata, se le aplicará una capa de cementina con una llana metálica con movimientos circulares a presión, se conseguirá una superficie uniforme, lisa y libre de marcas.

MATERIALES.-

Cemento, arena, agua, puntales.

ENLUCIDO CON ENLUMAX

DEFINICIÓN.-

Es el recubrimiento con mortero de 210 kg/cm² según especificaciones técnicas, los elementos verticales exterior, el que será de superficie regular, uniforme, limpia y de buen aspecto, según las ubicaciones determinadas en los planos del proyecto y la Fiscalización.

ESPECIFICACIONES.-

Enlumax Proyectable Estructural es un mortero cementicio especialmente formulado para ser aplicado mediante lanzadora de mortero o máquina proyectora. Produce un enlucido de alta resistencia a la compresión, alta trabajabilidad, excelente adherencia y resistente al fisuramiento en paredes interiores y exteriores.

MODO DE EMPLEO:

Preparación de la superficie: La superficie debe estar limpia, bien adherida y libre de polvo, aceite, grasa, cera, pintura, eflorescencia y cualquier otro contaminante.

Humedezca la superficie antes de colocar el enlucido. Prepare suficiente área de acuerdo con la capacidad de la máquina lanzadora, con sus debidas maestras o guías.

Mezclado: Ajuste el agua en la máquina Proyectable para garantizar un mortero plástico y homogéneo (7.2 a 7.6 litros por cada saco de 40 kg).

Colocación: Previamente instaladas las guías o maestras, coloque la boquilla lanzadora de mortero perpendicularmente a la superficie a enlucir, a una distancia de 10 a 15cm. Proyecte entre maestras con un movimiento horizontal en forma ascendente hasta lograr el espesor deseado. Nivele con regla trapezoidal o con codal de aluminio mientras el mortero este trabajable. Una vez que esté ligeramente seco al tacto, dele un acabado final con paleta de madera llana de goma o llana metálica.

El secado puede variar de acuerdo con las condiciones climáticas de la obra. Proteja el Enlumas Proyectable Estructural de la lluvia durante las primeras 4 horas.

Sobre paneles de poliestireno expandido, aplíquelo según las recomendaciones del fabricante.

Limpieza: Lave las herramientas y el equipo con agua y jabón, luego de su uso.

Curado: Se recomienda empezar el curado a partir del día siguiente después de la colocación y extenderlo por 5 días.

PRESENTACIÓN:

Saco de 40 kg, clima frío y clima caliente.

Un saco de 40kg de Enlumas Proyectable produce aproximadamente 20 litros de mortero. Realice pruebas previas para estimar el rendimiento real en la obra.

DATOS TÉCNICOS:

Flujo ASTM C 1437: 80 - 85%

Contenido de aire ASTM C 231: 10 - 12.5 %

RECOMENDACIONES:

El exceso de agua en la mezcla disminuye las propiedades mecánicas y la calidad del mortero.

En espesores mayores a los 15 mm aplique el Enlumas proyectable en dos o más capas. Deje la primera capa rugosa y humedézcala antes de colocar la segunda. Espere un mínimo de 24 horas entre capas.

Sobre paneles de poliestireno expandido se puede aplicar en una sola capa de hasta 30 mm. Sobre superficies muy lisas imprima con Maxicrete y aplique el mortero mientras el imprimante este pegajoso.

En superficies muy absorbentes procure llevar al punto de saturación superficie seca. Evite dejar el mortero más de 30 minutos en la máquina proyectora o en la manguera. El tiempo de almacenamiento es de 6 meses en su empaque original cerrado, en lugar fresco y bajo techo.

MATERIALES.-

Enlumar, agua.

ANEXO: MEMORIA FOTOGRAFICA.



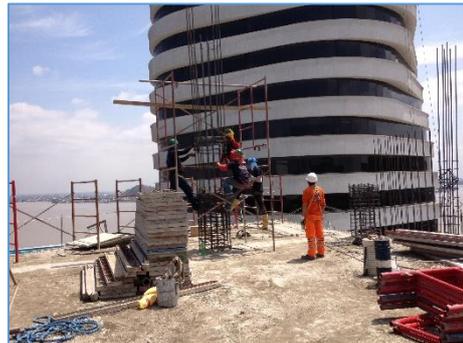
Fachada frontal del edificio.



Fachada hacia el río.



Armado de columnas y muros.



Armado de columnas.



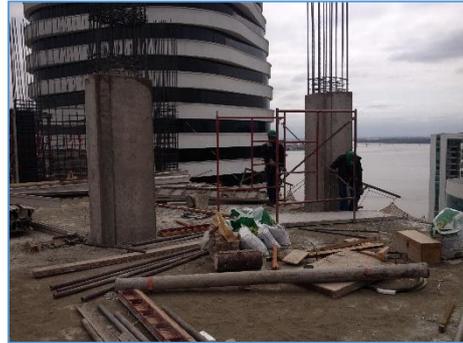
Encofrado de columnas y muros.



Encofrado de columnas.



Muro y columna fundida.



Columna fundida.



Preparación del encofrado en losa y vigas.



Colocación de plywood para fundición de losa.



Armado de encofrado de vigas.



Colocación de viguetas metálicas prefabricadas.



Armado de vigas.



Armado y encofrado de vigas.



Vista preliminar del armado de vigas en la losa.



Armado de losa colaborante.



Fundición de losa.



Acabado de losa fundida.



Timbrado para albañilería.



Vista preliminar de losa para ejecución de albañilería.



Armado de bloques de ductería.



Traslado de Hormi2 para instalaciones de paredes.



Instalación de Hormi2 en paredes.



Colocación de accesorios para las paredes de Hormi2.



Construcción de pared perimetral de fachada lateral Sur.



Construcción de pared perimetral de fachada frontal.



Instalación de cabezales en paredes perimetrales de Hormi2.



Pared perimetral de Hormi2 con viguetas y pilaretes fundidos



Chicotes en paredes de Hormi2.



Apuntalamiento de paredes de Hormi2.



Sellado de tuberías en paredes de Hormi2.



Negreado de pared de Hormi2.



Maestreado de paredes para proyección de mortero



Proyección de mortero para enlucido de pared interior.



Enlucido de pared de Hormi2.



Acabado de enlucido en pared interior.



Muro con plasterbond (aditivo) para enlucir.



Enlucido de muro.



Cuadrada de boquetes en ductos.



Cuadrada de fillos en curva de fachada.



Cuadrada de boquetes en ventanas.



Cuadrada de boquetes en ventanas.