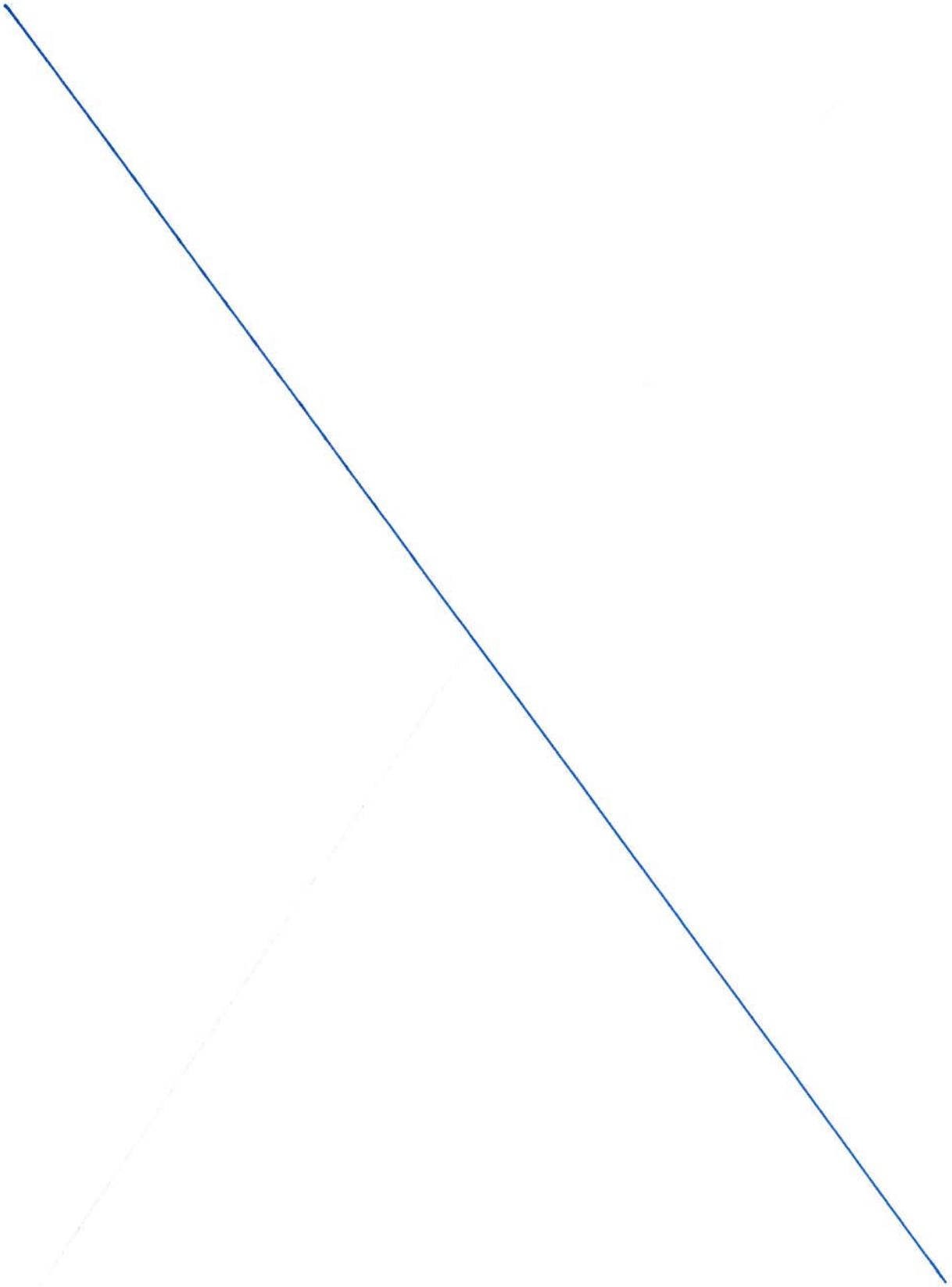




**ANEXO F: BASE DE DATOS DE COYM**

---





281

281

62

## **ANEXO F: BASE DE DATOS DE O&M Y MATERIALES**

La Base de Datos de O&M y Materiales no forma parte del modelo de cálculo de Costos de Explotación que se presenta en este informe. No obstante los ratios de mano de obra que de ella se extraen son un dato de entrada esencial para el funcionamiento de este último y por ello es importante exponer su funcionamiento a los efectos de validar su empleo en el cálculo de costos de explotación de una distribuidora eléctrica.

Una forma de calcular la mano de obra directa necesaria para la operación y mantenimiento (O&M) de las instalaciones de una distribuidora de servicio eléctrico es determinar las intervenciones requeridas por unidad de instalación y dimensionarlas en términos de recursos empleados, humanos y físicos, para su ejecución. Una vez conocido el esfuerzo demandado por una unidad se lo puede aplicar a diversas instalaciones para conocer el total de recursos humanos, materiales y equipos relacionados con la operación y mantenimiento de cada una de ellas.

Las Tablas que se muestran en este Anexo son a título de ejemplo y no pertenecen a la base de datos utilizada para el cálculo de los costos de explotación de la Distribuidora.

### **F.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA**

La unidad mínima de trabajo en la que puede subdividirse cualquier tipo de organización se denomina tarea, la misma no es más que la célula o unidad funcional básica en que se fundamenta la estructura orgánica. Para el caso particular de las actividades de O&M las intervenciones son las unidades mínimas en que estas actividades pueden subdividirse. Identificando las intervenciones necesarias para operar, mantener y atender a sus instalaciones y clientes, se puede formar una base de datos que permita el cálculo de los recursos necesarios a tal efecto.

El estudio de los costos directos de O&M se realiza haciendo foco en el análisis de las intervenciones identificadas a partir del relevamiento de todos los procesos y actividades en que la distribuidora debe incurrir para poder desarrollar el servicio. Estos procesos y actividades son los necesarios para una correcta prestación del servicio, de acuerdo a las restricciones de calidad de servicio impuestas por la normativa aplicable, a las prácticas corrientes de O&M y conforme a normas técnicas y recomendaciones de los proveedores del equipamiento utilizado por parte de las instalaciones de subtransmisión y distribución.

Las instalaciones eléctricas pueden identificarse por su función (transmisión, distribución, transformación, etc.) y sus condiciones de operación (nivel de tensión, potencia, aérea, subterránea, etc.). A su vez para el estudio de su funcionamiento es conveniente reducirlas a una unidad representativa que contenga todos los elementos de la misma y permita expandirla fácilmente a su tamaño actual a partir de valores unitarios.

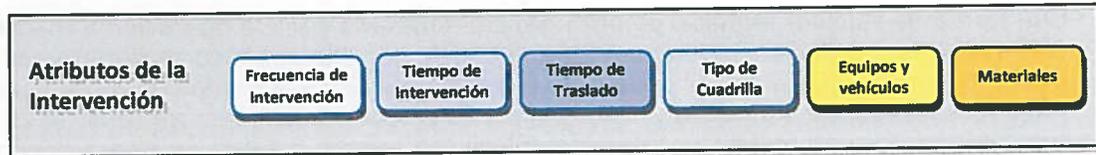
La base de datos de O&M fue desarrollada considerando unidades constructivas.

Una unidad constructiva es el módulo en el que normalmente puede descomponerse una red de distribución, en sus versiones adaptada o real. Para redes aéreas o subterráneas la unidad constructiva seleccionada es 100Km, para el alumbrado público 1.000 artefactos, para subestaciones de distribución 100 unidades, para estaciones transformadoras 1 unidad, etc.

Para que las unidades constructivas representen fielmente las condiciones del área de servicio las mismas deben permitir su caracterización en los ítems que la identifican, como el tamaño del vano en las redes aéreas, la topología de la traza, el nivel de tensión en el que operan, etc. Es decir, que los atributos de las instalaciones son parte de las entradas de la base de datos de O&M.

Los costos generados por el mantenimiento y operación de una unidad constructiva pueden reducirse a intervenciones (de operación, mantenimiento, adecuación, etc.).

Estadísticamente cada tipo de intervención tiene una frecuencia de ocurrencia determinada que normalmente se repite en diferentes instalaciones, por lo que se asume que los cálculos realizados para una unidad constructiva pueden extrapolarse para instalaciones equivalentes en diferentes distribuidoras. Asimismo la intervención, a parte de la frecuencia, tiene asociados, tiempos de trabajo y traslado, vehículos y materiales. Por ello en el desarrollo del cálculo la intervención está tratada como un objeto que tiene ciertos atributos con los cuales está biunívocamente relacionada.



Básicamente el proceso de determinación de costos consiste en asignar, a cada tipo de intervención, una frecuencia de ocurrencia, unos recursos humanos y sus correspondientes equipos y vehículos de traslado, y finalmente los materiales necesarios para la reparación. Con estos elementos se calculan los requerimientos anuales de personal, equipos y materiales por cada intervención. La sumatoria de todas las intervenciones para una unidad constructiva da los requerimientos anuales para la misma. Estos cálculos se desarrollan para áreas urbanas y rurales que difieren fundamentalmente en los tiempos de traslado.

La Base de O&M tal como fue descripta brinda información sobre horas hombre, utilización de equipos y costo de materiales por unidad constructiva que permite inferir los valores totales de O&M correspondientes a un conjunto de instalaciones conocidas. Estas instalaciones pueden ser las correspondientes a la empresa real o las derivadas de la optimización de la red.

## **F.2 FRECUENCIAS MEDIAS ANUALES DE INTERVENCIÓN**

Cada intervención está identificada por un código y un nombre que no se repiten, y a cada una de ellas le corresponde una frecuencia de ocurrencia anual. Esa frecuencia fue determinada por recopilación de los eventos de similares características identificados en un grupo de distribuidoras de la región.

La información recopilada fue analizada teniendo en consideración las unidades constructivas analizadas y las siguientes consideraciones.

- Dimensiones de la unidad constructiva.
- Características de las instalaciones.
- Recomendaciones de los fabricantes de los equipos.
- Arquitectura de la red (topología).
- Características contaminantes de la región por cuestiones naturales o industriales.
- Tasas de falla recopilada por tipo de instalación.
- Normativa de calidad aplicable.

La frecuencia y calidad con que se ejecuten las tareas del mantenimiento preventivo, tienen un impacto directo sobre las probabilidades de ocurrencia de averías y en consecuencia, sobre las acciones del mantenimiento correctivo.

### F.3 TIEMPOS DE INTERVENCIÓN

A cada intervención dependiendo del tipo de tarea se le asigna un tiempo que depende de la complejidad de la misma. Como en el caso anterior los tiempos son consecuencia de un relevamiento realizado en un grupo de distribuidoras de la región. Las intervenciones y sus tiempos asociados se agruparon en tipos de intervención que se presentan a continuación.

- **Operación:** la intervención consiste en maniobrar la red en forma programada o en situaciones de emergencia. Estas maniobras serán de consignación de instalaciones para la realización de intervenciones sobre las instalaciones y de reposición del servicio luego de las intervenciones normales, o por aperturas intempestivas de los sistemas de protección, ya sea por roturas o accidentes entre tramos operables o por mal funcionamiento o descalibración de estos.
- **Mantenimiento Correctivo:** la intervención consiste en la reparación de fallas por envejecimiento, causas climáticas, cortocircuitos, o accidentes. Estas tareas son básicamente el mantenimiento correctivo de las instalaciones y corresponden a situaciones de emergencia de las redes de distribución. En este grupo también se inscriben a aquellas intervenciones que se realizan en BT basadas en un reclamo directo de los clientes por algún desperfecto en el servicio.
- **Mantenimiento Preventivo:** la intervención consiste en el conjunto de actividades periódicas de acondicionamiento de las instalaciones, surgidas de la planificación del mantenimiento y que corresponden a las tareas de mantenimiento de carácter preventivo. En este conjunto se inscriben las revisiones periódicas de las instalaciones que realizan personal de O&M, incluida todas aquellas acciones correctivas que surjan de las revisiones y que estén al alcance de las cuadrillas que realizan estas tareas. Las acciones incluidas son las requeridas para asegurar la continuidad del servicio y prolongar la vida útil de las instalaciones.
- **Trabajos con tensión:** la intervención consiste en tareas de preventivo que se realizan con línea viva, para evitar el corte de una gran cantidad de usuarios. Normalmente estas actividades se realizan en niveles de mayor tensión y aguas arriba de los transformadores de distribución, puesto que el sacar de servicio por mantenimiento preventivo estos elementos de red, dejan sin servicio a un gran número de clientes.

El tiempo de ejecución asignado a cada intervención es el tiempo total desde que se consigna la instalación hasta que se repone el servicio. Durante ese periodo trabaja un grupo de gente que en este informe se identifica con el nombre de cuadrilla y a cada uno de sus integrantes se le debe asignar el tiempo total de intervención pues mientras transcurre la misma la persona está dedicada solo a esa asignación. La sumatoria de los tiempos de todos los integrantes de la cuadrilla da el total de horas hombre año requerido por la intervención.

Correctivo LAMT Urbanas				
Atributos de la Intervención				
Código	Tarea	Cuadrilla Tipo	Intervenciones por año	Horas Cuadrilla por Interv.
repU-01	Cambio aisladores de retención	c6	25,2	1,00
repU-02	Cambio aisladores de suspensión	c6	90,0	0,50
repU-03	Cambio de Poste	c3	10,0	2,00
repU-04	Empalme con Manguito	c2	0,7	0,50
repU-05	Cambio Cruceta	c3	15,0	0,50
repU-06	Cambio puente auxiliar	c3	4,2	0,50
repU-07	Cambio tramo de conductor	c6	0,5	2,00
repU-08	Cambio de fusible de tramo operable	c2	0,2	0,33
recU-01	Incidencias en suministros de mt	c2	3,5	2,00
recU-02	Reparación de puesto de medición de cliente de mt	c2	1,8	4,00
recU-03	Reparación de puesto de medición de cliente de mt	c2	1,8	4,00



En el cuadro anterior puede verse como está conformada la base de datos de O&M donde cada intervención está identificada por un código y nombre. A la misma le corresponde una cuadrilla identificada por su código, un número de intervenciones por año y una cantidad de horas cuadrilla.

Conociendo la composición de la cuadrilla, la frecuencia y los tiempos de intervención se calculan las horas hombre año requeridas para realizar el Mantenimiento Correctivo de una unidad constructiva de MT urbana.

Correctivo LAMT Urbanas		horas hombre por año cada 100Km				
Atributos de la Intervención		Oficial	Y2 Oficial	Ayudante	Maquinista	Técnico AT
Código	Tarea					
repU-01	Cambio aisladores de retención	39,7	79,3	0,0	39,7	0,0
repU-02	Cambio aisladores de suspensión	93,9	187,8	0,0	93,9	0,0
repU-03	Cambio de Poste	26,3	26,3	0,0	26,3	0,0
repU-04	Empalme con Manguito	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0
repU-05	Cambio Cruceta	15,7	15,7	0,0	15,7	0,0
repU-06	Cambio puente auxiliar	4,4	4,4	0,0	4,4	0,0
repU-07	Cambio tramo de conductor	1,4	2,8	0,0	1,4	0,0
repU-08	Cambio de fusible de tramo operable	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
recU-01	Incidencias en suministros de mt	9,2	9,2	0,0	0,0	0,0
recU-02	Reparación de puesto de medición de cliente de mt	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0
recU-03	Reparación de puesto de medición de cliente de mt	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0

La sumatoria de estas horas da el total de recursos humanos requeridos por la unidad constructiva para realizar el mantenimiento correctivo durante un año en 100 km de línea de 13,2 kV.

#### F.4 TIEMPOS DE TRASLADO

Los tiempos de traslado son un ítem significativo en el cálculo de las horas hombres requeridas para la operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución y en circunstancias puede llegar a ser igual o mayor que el tiempo de intervención. Contrariamente a lo que sucede con este último el tiempo de traslado no es relativamente uniforme y debe ser estimado para cada instalación en particular considerando sus particularidades geográficas y restricciones de comunicación.

El cálculo parte de un principio simple ya que todas las instalaciones de distribución y los usuarios conectados a las mismas pueden ubicarse dentro del radio de influencia de una SED's (subestaciones de distribución). Consecuentemente todo reclamo de servicio o intervención a las instalaciones que se produzca en el área de influencia de una SED pueden relacionarse geográficamente con la misma. Asumiendo que las subestaciones de distribución están ubicadas en el baricentro de las intervenciones se puede relacionar la ubicación de las mismas con las coordenadas geográficas disponibles para cada SED.

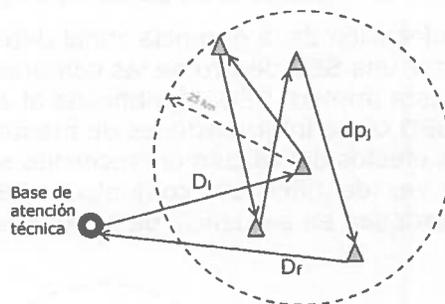
##### F.4.1 Mantenimiento Correctivo

A los efectos del cálculo de la distancia recorrida por las cuadrillas dedicadas a la actividad de mantenimiento correctivo los puntos de destino donde se realizarán las intervenciones no son conocidos de antemano y aparecen aleatoriamente pues se supone que se trata de una emergencia de servicio y por consiguiente no es una actividad programable.

Una distribución o dispersión uniforme de la demanda de servicios significa que en un día típico las intervenciones se producen en sitios para los cuales no se reconoce preferencia por alguna dirección, y tampoco se agrupan en un lugar particular del área atendida, en el cálculo realizado para determinar la distancia recorrida se asumió que estos sitios están lo

suficientemente próximos a una SED para que la diferencia entre este y el punto de prestación, por compensación de excesos y defectos, sea despreciable y en consecuencia resulte válido calcular el recorrido utilizando las coordenadas geográficas de la SED.

Para simular el comportamiento del mantenimiento correctivo se parte de la locación de la base de atención técnica, determinada por sus coordenadas geográficas, para luego sortear al azar una SED dentro de los municipios que caen en el área atendida por dicha base técnica. A partir de esta primera SED, identificada al azar, en un radio no superior a 25 km se sortean tantas SED como prestaciones pueda realizar una cuadrilla (a los efectos del cálculo del recorrido se adoptó un promedio de 5 prestaciones diarias). Una vez identificado el conjunto de SED's sobre las cuales se realizará el cálculo, las mismas se ordenan en secuencia en que fueron sorteadas ya que a la brigada se le asignan las intervenciones a medida que se producen las emergencias.



A partir de las coordenadas geográficas del edificio en el que está ubicada la base de atención técnica, y conocidas las correspondientes coordenadas de las SED, se calculan las siguientes distancias características:

$D_i$ : Distancia inicial, distancia recorrida entre la localización de la base técnica y la primera SED sorteada al azar.

$dp_j$ : Distancia entre prestaciones, distancia entre la ubicación de la última SED visitada y la siguiente más próxima.

$D_f$ : Distancia final, distancia recorrida entre la ubicación de la última SED visitada en la jornada y la base de atención técnica.

De esta manera, la distancia total recorrida por una brigada en un día determinado resulta:

$$D_t = D_i + \sum_{i=1}^{n-1} dp_i + D_f$$

Donde  $n$  representa la cantidad de intervenciones realizadas en un día.

Así calculadas, cada una de las distancias representa el mínimo espacio entre dos puntos. Sin embargo, no es posible que las cuadrillas recorran esta distancia mínima, aún en zonas rurales, sino que deben ajustarse al trazado de vías y calles. En consecuencia las distancias calculadas inicialmente se incrementaron en el factor 1,41 que es la relación entre la suma de los catetos y la hipotenusa de un triángulo rectángulo de catetos iguales. Para alcanzar valor estadístico, el sorteo de la ubicación de las SED se realizó 10 mil veces. Luego, las distancias características  $D_i$ ,  $dp_j$  y  $D_f$  se determinaron como el promedio de todos los cálculos de recorrido realizados.

Si la distancia total  $D_t$  obtenida mediante este procedimiento se divide por el número de intervenciones consideradas se obtendrá la distancia promedio aplicable para el tipo de intervenciones y el área bajo análisis. Posteriormente el tiempo empleado se calcula dividiendo por la velocidad promedio.

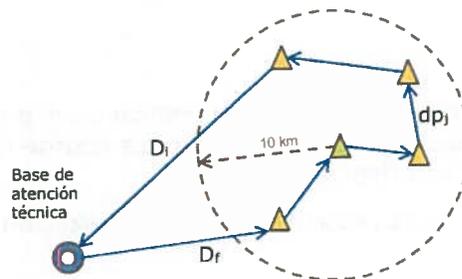
En condiciones óptimas, una cuadrilla efectúa un cierto número de prestaciones diarias. Esta efectividad o rendimiento de prestaciones diarias es variable pues depende de la clase de servicio a ejecutar, y la distancia total recorrida en una jornada es función del número de prestaciones ejecutadas y su tipo.

#### F.4.2 Mantenimiento Preventivo

El número de regiones de atención se decide por análisis geográfico en base a la dispersión de la zona de concesión. Dado que en el mantenimiento preventivo las intervenciones a ejecutar son conocidas y por consiguiente programables con antelación, la forma de identificar las SED's en cuya zona se realizará la intervención difiere de la anterior.

Para ejecutar las prestaciones en el caso de mantenimiento preventivo, cada cuadrilla se dirige primero al sitio más próximo a la locación de la gerencia zonal a la cual pertenecen, en segundo lugar se dirigen al siguiente más próximo, y así sucesivamente. Luego de cumplir con la última prestación regresan a su punto de origen.

Por lo cual partiendo de la locación de la gerencia zonal determinada por sus coordenadas geográficas se sorteó al azar una SED dentro de las comunas que caen en el área atendida por la misma. A partir de esta primera SED, identificada al azar, en un radio no superior a 10 km se sorteó tantas SED como intervenciones de mantenimiento preventivo pueda realizar una brigada (a los efectos del cálculo del recorrido se adoptó un promedio de 5 prestaciones diarias). Una vez identificado el conjunto de SED's sobre las cuales se realizará el cálculo, las mismas se ordenan en secuencia de proximidad, la más próxima primero y así sucesivamente.



A partir de las coordenadas geográficas del edificio en el que está ubicada la gerencia zonal, y conocidas las correspondientes coordenadas de las SED's, lo mismo que en el caso anterior, se calcularon las correspondientes distancias características.

#### F.4.3 Distancia Recorrida y Tiempos de Desplazamiento

En términos conceptuales el método aplicado para la determinación de la distancia recorrida, en el caso del mantenimiento correctivo, consistió en calcular por sorteo aleatorio, para cada base de servicio técnico perteneciente a cada región en las que está subdividida el área de concesión, un cierto número de sitios donde se ejecutarán las actividades previstas para las cuadrillas. El cálculo por base de servicio técnico, efectuado repetidas veces para alcanzar significado estadístico, consistió entonces en determinar las distancias recorridas entre la locación de la base y la de las diferentes intervenciones.

El resultado de las estimaciones provee los tres parámetros necesarios para la determinación de la distancia recorrida que son, el recorrido de ida, el recorrido entre intervenciones, y el recorrido de vuelta.

La distancia total recorrida entre intervenciones depende del número de intervenciones que puede realizar una cuadrilla por día que varía con el tipo de intervención de que se trate.

Para la determinación de los tiempos se ha supuesto que la velocidad promedio de traslado varía con la densidad de clientes, las dificultades de tránsito y las velocidades máximas de

los vehículos utilizados por las cuadrillas, de 20 km/h para zonas urbanas y de 40 km/h para zonas suburbanas y rurales.

El cálculo anterior se repitió para mantenimiento preventivo, con la diferencia de que las localizaciones podían ordenarse por proximidad ya que los puntos de intervención son conocidos con antelación.

### F.5 TIPO DE CUADRILLA, EQUIPOS Y VEHÍCULOS

Se han concebido un listado de cuadrillas básicas, a partir del supuesto que con las mismas se podrán abarcar cada una de las tareas contempladas en el desarrollo de la base de datos de O&M.

Las cuadrillas están conformadas por un número variable de operarios y tanto su número de integrantes como el equipamiento y vehículos asignados son adecuadas para un tipo específica de intervención. La dotación mínima asignada es de dos personas, ya que por razones de seguridad es recomendable que en todo trabajo eléctrico haya siempre una persona en capacidad de asistir a su compañero frente a una emergencia. En general un oficial electricista que es el responsable de la cuadrilla, que deberá ser acompañado, como mínimo, por un medio oficial o ayudante u operador de vehículos pesados o una combinación de estos, según la exigencia de las tareas.

A continuación se presenta la estructura de las cuadrillas, la cantidad de personas que tienen asociadas y los vehículos necesarios para realizar la tarea.

Código	Personal	Cuadrilla				
		Oficial	1/2 Oficial	Ayudante	Maquinista	Técnico AT
c1	2	1	1			
c2	2	1	1			
c3	3	1	1		1	
c4	5	2	1	2		
c5	4	1	1	1	1	
c6	4	1	2		1	
c7	3	1	1	1		
c8	3	1	1	1		
c9	3	1	1		1	
c10	4	1	1		1	1
c11	3	1	1			1
c12	2	1	1			
c13	4	1	1		1	1
c14	4	1	2		1	
c15	2	1	1			

Los vehículos que utilizan las cuadrillas, dependerán de la tarea que se deba ejecutar, en general se trata de vehículos livianos como camionetas o vehículos pesados como grúas. Además, las cuadrillas podrán estar conformadas por un conjunto de estos vehículos conforme a la definición de la tarea y sus alcances.

Código									
	Pick-up	Camión	Hidro	Hidro-aislado	Grua 8t	Grua 15t	Camión Busca-falt	Carro lavado	Utilitario Liv
c1			1						
c2	1								
c3					1				
c4	1		1						
c5		1				1			
c6	1				1				
c7			1						
c8		1						1	1
c9									
c10	1			1	1				
c11	1								
c12							1		
c13	1	1			1				
c14	1	1							
c15									1

## F.6 MATERIALES

Para cada intervención incluida entre las actividades a realizar, como mantenimiento correctivo en el cuadro que se introduce a continuación, se identificaron los principales materiales utilizados en la misma en cantidad y calidad. La recopilación se realizó entre un grupo de distribuidoras de la región a las cuales se consultó sobre los consumos promedio requeridos por cada tipo de intervención. Los precios obtenidos del mercado para cada elemento se incrementaron en un 10% para considerar la utilización de materiales menores no incluidos entre los elementos principales.

Materiales por año cada 100Km										
Total Materiales [ARS]	Materiales por Unidad [ARS]	Material 1			Material 2			Material 3		
105,28	219,33	empbt	2	16,81	excavabt	2	31,44	repositbt	2	61,42
7,35	12,68	termbt	1	12,68						
563,81	1.174,61	cablebt1	5	10,86	cablebt2	2,5	17,02	cablebt3	1,5	27,66
151,85	261,82	cablebt1	1	10,86	cablebt2	0,5	17,02	cablebt3	0,3	27,66
10,08	5,25	probacapvc	1	5,25						
335,24	349,21	tcamara	1	317,46	cerradura	1	31,75			
0,00	0,00									
28,00	400,00	reppmbts	1	400,00						
0,00	0,00									

## F.7 RATIOS UTILIZADOS POR EL MODELO

Los cálculos efectuados por la Base de Datos de O&M y Materiales son utilizados por el Modelo de Cálculo de Costos de Explotación para la determinación de la mano de obra directa, materiales y equipos requeridos por la explotación del área de concesión.

Se consideraron más de 40 instalaciones diferentes que pueden ser utilizadas si se informa en la hoja de Data Entry algún valor para la misma.

La información entregada al Modelo por la BD de O&M abarca:

- Las horas hombre por año cada 100 km de instalación.
- Los precios de materiales consumidos por año cada 100 km de instalación.
- Los vehículos utilizados por año cada 100 km de instalación, en horas de utilización por año.

181