



ÍNDICE DE CONTENIDO

7. LÍNEA BASE.....7-8

7.1. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO 7-8

7.1.1. CLIMA DE QUITO 7-8

7.1.2. METODOLOGÍA 7-9

7.1.3. SUELOS 7-23

7.1.4. GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE..... 7-36

7.1.5. GEOLOGÍA 7-39

7.1.6. GEOTECNIA 7-49

7.1.7. SÍSMICA PASIVA..... 7-55

7.1.8. HIDROGEOLOGÍA 7-56

7.1.9. CALIDAD DEL AIRE 7-73

7.1.10. RUIDO 7-85

7.1.11. VIBRACIONES 7-99

7.1.12. HIDROLOGÍA 7-110

7.1.13. CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES 7-118

7.1.14. PAISAJE..... 7-153

7.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO 7-175

7.2.1. VEGETACIÓN..... 7-175

7.2.2. FAUNA..... 7-183

7.3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL..... 7-186

7.3.1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS 7-187

7.3.2. INDICADORES SOCIALES..... 7-188

7.3.3. ASPECTOS ECONÓMICOS..... 7-189

7.3.4. COMPONENTE SOCIOCULTURAL..... 7-192

7.3.5. LOCALIZACIÓN DE LA POBLACIÓN Y SU PARTICIPACIÓN EN LA RUTA 7-193

7.3.6. EL TRANSPORTE URBANO EN QUITO 7-199

7.3.7. OFERTA Y DEMANDA ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE 7-209

7.3.8. URBANISMO 7-212

7.3.9. MAPA DE ACTORES CLAVE PARA EL PROYECTO DEL METRO 7-223

7.4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO PATRIMONIAL HISTÓRICO CULTURAL 7-232

7.4.1. INTRODUCCIÓN 7-232

7.4.2. OBJETO..... 7-232

7.4.3. UBICACIÓN 7-232

7.4.4. ANTECEDENTES GENERALES 7-233

7.4.5. METODOLOGÍA..... 7-247

7.4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO 7-248

7.4.7. RESUMEN DE LAS INTERVENCIONES EN LAS ÁREAS DE ESTACIONES 7-249

7.4.8. RESUMEN DE LAS INTERVENCIONES EN LAS ÁREAS ESPECIALES 7-261

7.4.9. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE LABORATORIO 7-263

7.4.10. INTERPRETACIÓN PRELIMINAR 7-264

7.4.11. RECOMENDACIONES 7-264

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 7.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS 7-9

CUADRO 7.2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO 7-13

CUADRO 7.3 ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS EN EL ESTUDIO 7-16

CUADRO 7.4 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS ABSOLUTAS REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES DE LA ZONA DE ESTUDIO 7-16

CUADRO 7.5 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (MM) PARA DIFERENTES TR ESTACIÓN IZOBAMBA 7-18

CUADRO 7.6 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (MM) PARA DIFERENTES TR ESTACIÓN IZOBAMBA..... 7-18

CUADRO 7.7 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (MM) PARA DIFERENTES TR ESTACIÓN: QUITO-INAMHI 7-19

CUADRO 7.8 TIPOS DE CLIMA EN QUITO 7-21

CUADRO 7.9 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS PRESENTES EN EL CANTÓN QUITO 7-25

CUADRO 7.10 SITIOS DE MUESTREO DE SUELOS 7-27

CUADRO 7.11 PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE SUELOS 7-28

CUADRO 7.12 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS 7-29

CUADRO 7.13 PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL NIVEL ACUÍFERO LIBRE DENTRO DEL VALLE SUR DE QUITO 7-63

CUADRO 7.14 PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL NIVEL ACUÍFERO SUPERIOR DENTRO DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO..... 7-64

CUADRO 7.15 PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL NIVEL ACUÍFERO INFERIOR DENTRO DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO 7-65

CUADRO 7.16 BALANCE HÍDRICO DEL ACUÍFERO LIBRE DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO 7-67

CUADRO 7.17 BALANCE HÍDRICO ACUÍFEROS SUPERIOR E INFERIOR DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO..... 7-67

CUADRO 7.18 BALANCE HÍDRICO SECTOR CENTRO – NORTE DEL ACUÍFERO DE QUITO..... 7-73

CUADRO 7.19 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE LA REMMAQ 7-73



CUADRO 7.20 CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE ALERTA, DE ALARMA Y DE EMERGENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE (1)	7-75
CUADRO 7.21 LÍMITES NUMÉRICOS DE CADA CATEGORÍA DEL IQCA (MG/M ³)	7-76
CUADRO 7.22 RANGOS, SIGNIFICADOS Y COLORES DE LAS CATEGORÍAS DEL IQCA	7-77
CUADRO 7.23 EXPRESIONES MATEMÁTICAS PARA EL CÁLCULO DEL IQCA	7-77
CUADRO 7.24 UBICACIÓN GEOGRÁFICA, DIRECCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE LAS ESTACIONES DE ANÁLISIS	7-77
CUADRO 7.25 CONCENTRACIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	7-78
CUADRO 7.26 CONCENTRACIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	7-79
CUADRO 7.27 CONCENTRACIONES DE DIÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO ₂)	7-81
CUADRO 7.28 CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (PM _{2,5})	7-82
CUADRO 7.29 CONCENTRACIONES DE OXIDANTES FOTOQUÍMICOS (O ₃)	7-84
CUADRO 7.30 REGISTRO DE EMISIONES DE RUIDO EN QUITO. AÑOS 2005 Y 2006	7-86
CUADRO 7.31 PROMEDIOS DE MONITOREO REGISTRADOS EN ESTACIONES EN EL DMQ	7-86
CUADRO 7.32 LÍMITES PARA EMISIONES DE RUIDO EN FUENTES MÓVILES	7-87
CUADRO 7.33 DESEMPEÑO DE LA REVISIÓN DE TRÁNSITO VEHICULAR	7-87
CUADRO 7.34 PUNTOS DE MUESTREOS DE RUIDO SELECCIONADOS	7-87
CUADRO 7.35 NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO	7-89
CUADRO 7.36 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO	7-89
CUADRO 7.37 CORRECCIÓN POR NIVEL DE RUIDO DE FONDO	7-89
CUADRO 7.38 RUIDO DE FONDO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO RESULTADOS	7-90
CUADRO 7.39 UBICACIÓN LÍNEAS SÍSMICAS, REFERENCIA UTM WGS 84	7-101
CUADRO 7.40 UBICACIÓN LÍNEAS SÍSMICAS CON PROBLEMA LOGÍSTICOS, REFERENCIA UTM WGS 84	7-104
CUADRO 7.41 UBICACIÓN LÍNEAS SÍSMICAS, REFERENCIA UTM WGS 84	7-106
CUADRO 7.42 UBICACIÓN LÍNEAS SÍSMICAS, REFERENCIA UTM WGS 84	7-107
CUADRO 7.43 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA SUBCUENCAS	7-112
CUADRO 7.44 DATOS DE LAS SUBCUENCAS DE ESTUDIO UTILIZADAS EN EL MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS	7-113
CUADRO 7.45 CAUDALES MÁXIMOS (M ³ /S) EN SUBCUENCAS DE LAS QUEBRADAS PARA DIFERENTES TR	7-114
CUADRO 7.46 UBICACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LAS BOCAS DE LAS ESTACIONES DEL METRO-QUITO	7-114
CUADRO 7.47 PARÁMETROS HIDROLÓGICOS REQUERIDOS POR EL MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS 3.2	7-116
CUADRO 7.48 CAUDALES DE CRECIDA PARA TR DEFINIDAS, CALCULADOS EN LAS ENTRADAS DE LAS BOCAS DEL METRO	7-116
CUADRO 7.49 CAUDALES DE CRECIDA PARA TR DEFINIDAS, CALCULADOS EN LAS ENTRADAS DE LAS BOCAS DEL METRO	7-117
CUADRO 7.50 REFERENCIA RÁPIDA PARA SUMIDEROS DE REJA NORMALIZADOS (0,61x0,90) DEPRESIÓN 5 CM	7-117

CUADRO 7.51 CAUDALES APROXIMADOS DE EXCESO (M ³ /S) QUE INGRESARÍAN A LAS BOCAS DEL METRO QUITO	7-117
CUADRO 7.52 CAUDALES APROXIMADOS DE EXCESO (M ³ /S) QUE INGRESARÍAN A LAS BOCAS DEL METRO-QUITO	7-118
CUADRO 7.53 ESTACIONES DE MONITOREO Y MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA	7-119
CUADRO 7.54 ESTACIONES DE MUESTREO DE DESCARGAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	7-119
CUADRO 7.55 PUNTOS DE MONITOREO ESTABLECIDOS PARA LAS AGUAS SUPERFICIALES	7-120
CUADRO 7.56 RECIPIENTES DE MUESTREO	7-123
CUADRO 7.57 ESQUEMA DE PERCEPCIÓN HUMANA	7-155
CUADRO 7.58 PRINCIPALES ELEMENTOS PATRIMONIALES NÚCLEO SAN FRANCISCO	7-167
CUADRO 7.59 PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y VALORACIÓN DE SU SENSIBILIDAD	7-170
CUADRO 7.60 CALIDAD DE LOS RECURSOS PAISAJÍSTICOS	7-171
CUADRO 7.61 RELACIÓN ENTRE CALIDAD DE LOS RECURSOS PAISAJÍSTICOS Y OBJETIVOS DE CALIDAD	7-172
CUADRO 7.62 OBJETIVOS DE CALIDAD PAISAJÍSTICA	7-172
CUADRO 7.63 VALORACIÓN DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA	7-172
CUADRO 7.64 VALORACIÓN GLOBAL DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA	7-173
CUADRO 7.65 VALORACIÓN DE CADA COMPONENTE DE LAS UNIDADES DE PAISAJE	7-174
CUADRO 7.66 RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DE LAS UNIDADES DE PAISAJE Y OBJETIVOS DE CALIDAD	7-175
CUADRO 7.67 OBJETIVOS DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA PROPUESTOS	7-175
CUADRO 7.68 ZONAS ECOLÓGICAS DE VIDA DEL ÁREA DE ESTUDIO DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	7-176
CUADRO 7.69 UBICACIÓN DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN COMPONENTE BIÓTICO (VEGETACIÓN Y FAUNA)	7-177
CUADRO 7.70 LISTA DE ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	7-178
CUADRO 7.71 ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO	7-184
CUADRO 7.72 POBLACIÓN DE QUITO SEGÚN CENSO 2010	7-187
CUADRO 7.73 PROYECCIONES DE POBLACIÓN PARA EL DMQ	7-188
CUADRO 7.74 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR ETNIA EN PORCENTAJES	7-188
CUADRO 7.75 INDICADORES DE POBREZA EN PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN TOTAL	7-189
CUADRO 7.76 ACTIVIDADES ECONÓMICAS	7-190
CUADRO 7.77 CRECIMIENTO ANUAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO	7-191
CUADRO 7.78 EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS MEDIOS (USD/HAB/MES)	7-191
CUADRO 7.79 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ZONA DE QUITUMBE	7-194
CUADRO 7.80 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ZONA DE ELOY ALFARO	7-195
CUADRO 7.81 UNIDADES POR TIPO DE SERVICIO DE TRANSPORTE	7-204
CUADRO 7.82 DEMANDA DE TRANSPORTE DIARIA TOTAL DMQ	7-211
CUADRO 7.83 LOCALIZACIÓN DE ZONAS ALTAMENTE POBLADAS	7-215



CUADRO 7.84 REPARTICIÓN DE LA POBLACIÓN POR ZONAS.....	7-215
CUADRO 7.85 PROYECTOS ESTRATÉGICOS DEL DMQ	7-216
CUADRO 7.86 ÁREAS PROTEGIDAS POR ZONAS	7-217
CUADRO 7.87 CENTRALIDADES DEL EXTREMO NORTE	7-218
CUADRO 7.88 CENTRALIDADES DEL EXTREMO SUR	7-218
CUADRO 7.89 ZONAS ESPECIALES SUBURBANAS	7-218
CUADRO 7.90 COMPOSICIÓN DE CENTRALIDADES POR PORCENTAJE DE PARROQUIAS	7-219
CUADRO 7.91 RANKING POR TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO AL CENTRO	7-220
CUADRO 7.92 RANKING POR CRECIMIENTO POBLACIONAL	7-221
CUADRO 7.93 NIVELES DE POBREZA POR HOGAR.....	7-222
CUADRO 7.94 RANKING POR DÉFICIT DE EQUIPAMIENTO.....	7-222
CUADRO 7.95 PRIORIZACIÓN DE LAS CENTRALIDADES PILOTOS	7-223
CUADRO 7.96 UBICACIÓN DE LAS CINCO ESTACIONES DEL METRO QUITO	7-233
CUADRO 7.97 UBICACIÓN DE LAS CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL METRO QUITO	7-233
CUADRO 7.98 ETAPAS FUNDAMENTALES DE LA HISTORIA DE LA TIERRA.....	7-234
CUADRO 7.99 ORDEN: XENARTHROS	7-238
CUADRO 7.100 ORDEN PROBOSCIDEA.....	7-240
CUADRO 7.101 CRONOGRAMA DE INTERVENCIÓN DE LAS ESTACIONES.....	7-248
CUADRO 7.102 CRONOGRAMA DE INTERVENCIÓN DE LAS ÁREAS ESPECIALES	7-248
CUADRO 7.103 UNIDADES DE EXCAVACIÓN PROYECTADAS Y EXCAVADAS POR ESTACIÓN DEL METRO QUITO	7-249
CUADRO 7.104 UNIDADES DE EXCAVACIÓN POR ÁREA ESPECIAL DEL METRO QUITO.....	7-249
CUADRO 7.105 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN SAN FRANCISCO	7-249
CUADRO 7.106 UNIDADES DE EXCAVACIÓN CON REGISTRO DE MATERIAL CULTURAL.....	7-250
CUADRO 7.107 RESULTADOS DE EXCAVACIÓN DEL CATEO 1	7-250
CUADRO 7.108 RESULTADOS DE LA EXCAVACIÓN DEL CATEO 2	7-251
CUADRO 7.109 RESULTADOS DE LA EXCAVACIÓN DEL CATEO 3	7-252
CUADRO 7.110 RESULTADOS DE LA EXCAVACIÓN DEL CATEO 4	7-252
CUADRO 7.111 RESULTADOS DE LA EXCAVACIÓN DEL CATEO 5	7-253
CUADRO 7.112 U UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN EL RECREO	7-255
CUADRO 7.113 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN MORÁN VALVERDE.....	7-256
CUADRO 7.114 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESTACIÓN EL EJIDO	7-257
CUADRO 7.115 DETALLE DE PL'S POSITIVAS Y SU MATERIAL CULTURAL REGISTRADO	7-257
CUADRO 7.116 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS COCHERAS DEL METRO QUITO.....	7-258

CUADRO 7.117 DETALLE DE PL'S POSITIVAS Y SU MATERIAL CULTURAL REGISTRADO.....	7-258
CUADRO 7.118 RESULTADO CATEO 1	7-259
CUADRO 7.119 RESULTADO CATEO 2	7-259
CUADRO 7.120 RESULTADO CATEO 3	7-259
CUADRO 7.121 RESULTADO CATEO 4	7-260
CUADRO 7.122 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ESPECIAL QUITUMBE	7-261
CUADRO 7.123 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ESPECIAL SOLANDA.....	7-261
CUADRO 7.124 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ESPECIAL EL CALZADO	7-262
CUADRO 7.125 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ESPECIAL PANECILLO	7-262

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 7.1 EFECTO FOEHN	7-8
FIGURA 7.2 UBICACIÓN DE LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL.....	7-9
FIGURA 7.3. TEMPERATURA MEDIA MULTIANUAL DMQ. AÑOS 1971-2000	7-10
FIGURA 7.4 TEMPERATURA MEDIA ESTACIÓN IZOBAMBA. AÑOS 1971-2000	7-10
FIGURA 7.5 DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ESTACIÓN QUITO-OBSERVATORIO. AÑOS 1971-2000	7-10
FIGURA 7.6 DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ESTACIÓN QUITO – INAMHI. AÑOS 1975-2000	7-11
FIGURA 7.7 DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ESTACIÓN QUITO-AEROPUERTO. AÑOS 1971-2000	7-11
FIGURA 7.8 TENDENCIA TEMPERATURA MEDIA IZOBAMBA. AÑOS 1962-2010	7-11
FIGURA 7.9 TENDENCIA TEMPERATURA MEDIA QUITO OBSERVATORIO. AÑOS 1891 - 1999.....	7-11
FIGURA 7.10 TENDENCIA TEMPERATURA MEDIA QUITO INAMHI. AÑOS 1975-2007	7-12
FIGURA 7.11 TENDENCIA TEMPERATURA MEDIA ANUAL QUITO AEROPUERTO. AÑOS 1961-2007.....	7-12
FIGURA 7.12 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES.....	7-13
FIGURA 7.13 DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN. AÑOS 1971-2000.....	7-14
FIGURA 7.14 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN EN QUITO.....	7-14
FIGURA 7.15 TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIÓN IZOBAMBA. AÑOS 1965-2008	7-14
FIGURA 7.16 TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIÓN QUITO-OBSERVATORIO. AÑOS 1891-2006	7-15
FIGURA 7.17 TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIÓN QUITO-INAMHI. AÑOS 1975-2008.....	7-15
FIGURA 7.18 TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIÓN IZOBAMBA. AÑOS 1965-2006	7-15
FIGURA 7.19 PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL	7-16
FIGURA 7.20 VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS DE LAS ESTACIONES EN EL ÁREA DE ESTUDIO... 7-17	7-17



FIGURA 7.21 HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL.....	7-19
FIGURA 7.22 EVAPORACIÓN PROMEDIO MENSUAL	7-19
FIGURA 7.23 NUBOSIDAD PROMEDIO MENSUAL	7-20
FIGURA 7.24 NUBOSIDAD PROMEDIO MENSUAL	7-20
FIGURA 7.25 ROSA DE LOS VIENTOS DE IZOBAMBA.....	7-20
FIGURA 7.26 ROSA DE LOS VIENTOS DE ÑAQUITO.....	7-20
FIGURA 7.27 TIPOS DE CLIMA EN QUITO	7-21
FIGURA 7.28 TENDENCIAS DÍAS SECOS CONSECUTIVOS.....	7-22
FIGURA 7.29 TENDENCIAS DÍAS MUY HÚMEDOS.....	7-22
FIGURA 7.30 TENDENCIAS DÍAS EXTREMADAMENTE HÚMEDOS	7-22
FIGURA 7.31 TENDENCIAS DÍAS CÁLIDOS	7-22
FIGURA 7.32 TENDENCIAS NOCHES CÁLIDAS.....	7-23
FIGURA 7.33 PH - POTENCIAL HIDRÓGENO	7-33
FIGURA 7.34 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	7-34
FIGURA 7.35 ARSÉNICO.....	7-34
FIGURA 7.36 AZUFRE	7-34
FIGURA 7.37 CROMO HEXVALENTE – CROMO VI	7-35
FIGURA 7.38 MERCURIO	7-35
FIGURA 7.39 NÍQUEL	7-36
FIGURA 7.40 PLOMO	7-36
FIGURA 7.41 ZINC	7-36
FIGURA 7.42 EXPRESIÓN MORFOLÓGICA DE LAS COLINAS DE PUENGASÍ, LUMBISÍ EL BATÁN – LA BOTA Y BELLAVISTA – CATEQUILLA DEL SISTEMA DE FALLAS QUITO.....	7-37
FIGURA 7.43 UBICACIÓN DE LAS ANTIGUAS QUEBRADAS DE QUITO	7-37
FIGURA 7.44 GEOMORFOLOGÍA SECTOR SUR PROYECTO METRO QUITO.....	7-38
FIGURA 7.45 MAPA DE PENDIENTES DE QUITO	7-39
FIGURA 7.46 PORCENTAJES QUE DETERMINAN EL TIPO DE RELIEVE	7-39
FIGURA 7.47 CARACTERÍSTICAS DEL CONTACTO ENTRE LAS PLACAS DE NAZCA Y SUDAMERICANA EN LA ZONA DEL ECUADOR.....	7-40
FIGURA 7.48 VALLE INTERANDINO.....	7-40
FIGURA 7.49 FORMACIÓN MACHÁNGARA.....	7-42
FIGURA 7.50 FORMACIÓN CANGAHUA	7-43
FIGURA 7.51 MAPA GEOLÓGICO PROYECTO METRO QUITO.....	7-45

FIGURA 7.52 : MAPA TECTÓNICO DEL VALLE DE QUITO.....	7-46
FIGURA 7.53 FALLA ILUMBISÍ	7-47
FIGURA 7.54 QUEBRADA EL BATÁN- VISTA SUPERIOR DE LA QUEBRADA EL BATÁN	7-47
FIGURA 7.55 SECTORES CENTRO Y SUR DE QUITO	7-48
FIGURA 7.56 ZONA SUR DE QUITO.....	7-48
FIGURA 7.57 TÚNEL PARA ENCAUZAMIENTO DEL RÍO MACHÁNGARA, SECTOR EL TRÉBOL	7-54
FIGURA 7.58 EXCAVACIÓN EN SUELOS VOLCÁNICOS DE LA FORMACIÓN CANGAHUA	7-54
FIGURA 7.59 MAPA DE PELIGROS SÍSMICOS.....	7-55
FIGURA 7.60 SECTORIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-57
FIGURA 7.61 CORTE ESQUEMÁTICO A TRAVÉS DEL CALLEJÓN INTERANDINO CON LA UBICACIÓN DE QUITO	7-58
FIGURA 7.62 FOTO AÉREA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL ACUÍFERO	7-58
FIGURA 7.63 SECTORIZACIÓN DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-59
FIGURA 7.64 MODOS DE RECARGA EN LOS SECTORES SUR Y CENTRO – NORTE DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-59
FIGURA 7.65 CORTE HIDROGEOLÓGICO S – N DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-61
FIGURA 7.66 CORTE HIDROGEOLÓGICO W – E DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO.....	7-62
FIGURA 7.67 CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DEL ACUÍFERO SUPERIOR DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-64
FIGURA 7.68 CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DEL ACUÍFERO INFERIOR DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-65
FIGURA 7.69 ISOPIEZAS MEDIAS DEL ACUÍFERO SUPERIOR DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO.....	7-66
FIGURA 7.70 FACIES HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL SECTOR SUR DEL ACUÍFERO DE QUITO SEGÚN DATOS OBTENIDOS EN SONDEOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS POR EMAAP – Q EN EL AÑO 2006 (1) ...	7-68
FIGURA 7.71 CORTE HIDROGEOLÓGICO N-S DEL SECTOR CENTRO NORTE DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-70
FIGURA 7.72 CORTE HIDROGEOLÓGICO W –E DEL SECTOR CENTRO NORTE DEL ACUÍFERO DE QUITO	7-71
FIGURA 7.73 CORTE HIDROGEOLÓGICO LA PULIDA CARCELÉN.....	7-72
FIGURA 7.74 ISOPIEZAS MEDIAS DEL SECTOR CENTRO-NORTE DEL ACUÍFERO DE QUITO REFERIDAS AL MES DE JULIO DE 2004.....	7-72
FIGURA 7.75 LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LA REMMAQ.....	7-74
FIGURA 7.76 CONCENTRACIÓN DE SO ₂ EN LA ESTACIÓN COTOCOLLAO	7-78
FIGURA 7.77 CONCENTRACIÓN DE SO ₂ EN LA ESTACIÓN BELISARIO	7-78
FIGURA 7.78 CONCENTRACIÓN DE SO ₂ EN LA ESTACIÓN EL CAMAL	7-79
FIGURA 7.79 CONCENTRACIÓN DE SO ₂ EN LA ESTACIÓN CENTRO	7-79
FIGURA 7.80 RELACIÓN ENTRE ESTACIONES EN CONCENTRACIONES DE SO ₂	7-79
FIGURA 7.81 CONCENTRACIÓN DE CO EN LA ESTACIÓN COTOCOLLAO	7-80
FIGURA 7.82 CONCENTRACIÓN DE CO EN LA ESTACIÓN BELISARIO.....	7-80



FIGURA 7.83 CONCENTRACIÓN DE CO EN LA ESTACIÓN EL CAMAL.....	7-80
FIGURA 7.84 CONCENTRACIÓN DE CO EN LA ESTACIÓN CENTRO	7-80
FIGURA 7.85 CONCENTRACIÓN DE CO EN LA ESTACIÓN GUAMANÍ.....	7-80
FIGURA 7.86 RELACIONES ENTRE ESTACIONES EN CONCENTRACIONES DE CO	7-81
FIGURA 7.87 CONCENTRACIÓN DE NO2 EN LA ESTACIÓN COTOCOLLAO	7-81
FIGURA 7.88 CONCENTRACIÓN DE NO2 EN LA ESTACIÓN BELISARIO	7-81
FIGURA 7.89 CONCENTRACIÓN DE NO2 EN LA ESTACIÓN EL CANAL	7-82
FIGURA 7.90 CONCENTRACIÓN DE NO2 EN LA ESTACIÓN CENTRO	7-82
FIGURA 7.91 CONCENTRACIÓN DE NO2 EN LA ESTACIÓN GUAMANÍ.....	7-82
FIGURA 7.92 RELACIÓN ENTRE ESTACIONES EN CONCENTRACIONES DE NO ₂	7-82
FIGURA 7.93 CONCENTRACIÓN DE PM _{2,5} EN LA ESTACIÓN COTOCOLLAO	7-83
FIGURA 7.94 CONCENTRACIÓN DE PM _{2,5} EN LA ESTACIÓN BELISARIO	7-83
FIGURA 7.95 CONCENTRACIÓN DE PM _{2,5} EN LA ESTACIÓN EL CAMAL	7-83
FIGURA 7.96 CONCENTRACIÓN DE PM _{2,5} EN LA ESTACIÓN CENTRO	7-83
FIGURA 7.97 RELACIÓN ENTRE ESTACIONES EN CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (PM _{2,5})	7-84
FIGURA 7.98 CONCENTRACIÓN DE O ₃ EN LA ESTACIÓN COTOCOLLAO	7-84
FIGURA 7.99 CONCENTRACIÓN DE O ₃ EN LA ESTACIÓN BELISARIO	7-84
FIGURA 7.100 CONCENTRACIÓN DE O ₃ EN LA ESTACIÓN EL CAMAL.....	7-85
FIGURA 7.101 CONCENTRACIÓN DE O ₃ EN LA ESTACIÓN CENTRO	7-85
FIGURA 7.102 CONCENTRACIÓN DE O ₃ EN LA ESTACIÓN GUAMANÍ	7-85
FIGURA 7.103 RELACIÓN ENTRE ESTACIONES EN CONCENTRACIONES DE O ₃	7-85
FIGURA 7.104 RADIOS DE INFLUENCIA DESDE EL PUNTO CENTRAL	7-88
FIGURA 7.105 ESTACIÓN QUITUMBRE	7-90
FIGURA 7.106 ESTACIÓN QUITUMBRE	7-90
FIGURA 7.107 ESTACIÓN MORAN VALVERDE	7-91
FIGURA 7.108 ESTACIÓN MORAN VALVERDE	7-91
FIGURA 7.109 : ESTACIÓN SOLANDA	7-91
FIGURA 7.110 : ESTACIÓN SOLANDA	7-91
FIGURA 7.111 : ESTACIÓN EL CALZADO	7-92
FIGURA 7.112 : ESTACIÓN EL CALZADO	7-92
FIGURA 7.113 : ESTACIÓN EL RECREO.....	7-92
FIGURA 7.114 : ESTACIÓN EL RECREO.....	7-92
FIGURA 7.115 : ESTACIÓN LA MAGDALENA.....	7-93

FIGURA 7.116 : ESTACIÓN LA MAGDALENA	7-93
FIGURA 7.117 : ESTACIÓN SAN FRANCISCO	7-93
FIGURA 7.118 : ESTACIÓN SAN FRANCISCO	7-93
FIGURA 7.119 : ESTACIÓN ALAMEDA.....	7-94
FIGURA 7.120 : ESTACIÓN ALAMEDA.....	7-94
FIGURA 7.121 : ESTACIÓN EL EJIDO I	7-94
FIGURA 7.122 : ESTACIÓN EL EJIDO I	7-94
FIGURA 7.123 : ESTACIÓN EL EJIDO II	7-95
FIGURA 7.124 : ESTACIÓN EL EJIDO II	7-95
FIGURA 7.125 : ESTACIÓN UNIVERSIDAD CENTRAL.....	7-95
FIGURA 7.126 : ESTACIÓN UNIVERSIDAD CENTRAL.....	7-95
FIGURA 7.127 : ESTACIÓN LA PRADERA.....	7-96
FIGURA 7.128 : ESTACIÓN LA PRADERA.....	7-96
FIGURA 7.129 : ESTACIÓN LA CAROLINA.....	7-96
FIGURA 7.130 : ESTACIÓN LA CAROLINA.....	7-96
FIGURA 7.131 : ESTACIÓN ÑAQUITO.....	7-97
FIGURA 7.132 : ESTACIÓN ÑAQUITO.....	7-97
FIGURA 7.133 : ESTACIÓN JIPIJAPA	7-97
FIGURA 7.134 : ESTACIÓN JIPIJAPA	7-97
FIGURA 7.135 : ESTACIÓN LABRADOR.....	7-98
FIGURA 7.136 : ESTACIÓN LABRADOR.....	7-98
FIGURA 7.137 : ESCOMBRERA I	7-98
FIGURA 7.138 : ESCOMBRERA I	7-98
FIGURA 7.139 : ESCOMBRERA II	7-99
FIGURA 7.140 : ESCOMBRERA II	7-99
FIGURA 7.141 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE ADQUISICIÓN A LO LARGO DE LA RUTA DEL METRO.....	7-100
FIGURA 7.142 MAPA DE PERÍODOS FUNDAMENTALES.....	7-109
FIGURA 7.143 PERFIL TOPOGRÁFICO Y POSICIÓN DE LAS ESTACIONES.....	7-110
FIGURA 7.144 CORRELACIÓN VALORES PICOS MEDIDOS CON LA NORMA	7-110
FIGURA 7.145 GRADO DE AFECTACIÓN A HUMANOS EN FUNCIÓN DE LA PROGRESIVA	7-110
FIGURA 7.146 CUENCAS HIDROGRÁFICAS SECTOR QUITUMBE.....	7-111
FIGURA 7.147 ESQUEMA GENERAL DE UNA SUBCUENCA CONSIDERADA PARA MODELACIÓN HIDROLÓGICA	7-113
FIGURA 7.148 HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIONES E HIETOGRAMAS DE SALIDA DE LAS SUBCUENCA 9	7-113



FIGURA 7.149 RUTA Y ESTACIONES DEL METRO DE QUITO.....	7-115
FIGURA 7.150 ÁREAS DE INFLUENCIA ESTACIONES METEOROLÓGICAS	7-116
FIGURA 7.151 CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	7-118
FIGURA 7.152 ESTACIÓN DE MUESTREO MA-1	7-121
FIGURA 7.153 ESTACIÓN DE MUESTREO MA-2	7-121
FIGURA 7.154 ESTACIÓN DE MUESTREO MA-3	7-122
FIGURA 7.155 ESTACIÓN DE MUESTREO MA-4	7-122
FIGURA 7.156 ESTACIÓN DE MUESTREO MA-5	7-122
FIGURA 7.157 ESTACIÓN DE MUESTREO MA-6	7-123
FIGURA 7.158 RECIPIENTES DE MUESTREO	7-123
FIGURA 7.159 VARIACIÓN MEDIA DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA 2003-2007	7-125
FIGURA 7.160 VARIACIÓN MEDIA DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA 2003-2007	7-126
FIGURA 7.161 OXÍGENO DISUELTO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO 2011	7-126
FIGURA 7.162 VARIACIÓN MEDIA DE LA TEMPERATURA EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-127
FIGURA 7.163 VARIACIÓN MEDIA TEMPERATURA EN LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-128
FIGURA 7.164 TEMPERATURA MEDIDA EN ESTACIONES DE MUESTREO 2011.....	7-128
FIGURA 7.165 CONDUCTIVIDAD MEDIDA <i>IN SITU</i> EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-128
FIGURA 7.166 CONDUCTIVIDAD MEDIDA EN LABORATORIO ESTACIONES DE MUESTREO	7-128
FIGURA 7.167 POTENCIAL DE HIDRÓGENO MEDIDO IN SITU EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-129
FIGURA 7.168 POTENCIAL DE HIDRÓGENO MEDIDO EN LABORATORIO ESTACIONES DE MUESTREO	7-129
FIGURA 7.169 CLORURO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-129
FIGURA 7.170 ALCALINIDAD MEDIDA EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-130
FIGURA 7.171 VARIACIÓN MEDIA DE FOSFATOS EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-131
FIGURA 7.172 VARIACIÓN MEDIA DE FOSFATOS EN LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-132
FIGURA 7.173 VARIACIÓN MEDIA DE NITRATOS EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-133
FIGURA 7.174 VARIACIÓN MEDIA DE NITRATOS EN LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-134
FIGURA 7.175 NITRATOS MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-134
FIGURA 7.176 SULFATOS MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO.....	7-134
FIGURA 7.177 CLORUROS MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO.....	7-134

FIGURA 7.178 FÓSFORO TOTAL MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-135
FIGURA 7.179 VARIACIÓN MEDIA DE AMONIACO EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-136
FIGURA 7.180 VARIACIÓN MEDIA DE AMONIACO DE LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007.....	7-137
FIGURA 7.181 VARIACIÓN MEDIA DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-138
FIGURA 7.182 VARIACIÓN MEDIA DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-139
FIGURA 7.183 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-139
FIGURA 7.184 SÓLIDOS TOTALES MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO.....	7-139
FIGURA 7.185 DUREZA MEDIDA EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-139
FIGURA 7.186 VARIACIÓN MEDIA DE DBO EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007.....	7-141
FIGURA 7.187 VARIACIÓN MEDIA DE DBO EN LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-142
FIGURA 7.188 DBO5 MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-142
FIGURA 7.189 VARIACIÓN MEDIA DE DQO EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-143
FIGURA 7.190 VARIACIÓN MEDIA DE DQO EN LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-144
FIGURA 7.191 DQO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO.....	7-144
FIGURA 7.192 HIDROCARBUROS TOTALES MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-144
FIGURA 7.193 VARIACIÓN MEDIA DE COLIFORMES TOTALES EN LAS SUBCUENCAS AFLUENTES DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-145
FIGURA 7.194 VARIACIÓN MEDIA DE COLIFORMES TOTALES EN LOS SUBSISTEMAS DEL RÍO MACHÁNGARA. AÑOS 2002-2007	7-146
FIGURA 7.195 COLIFORMES TOTALES MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-146
FIGURA 7.196 COLIFORMES FECALIS MEDIDOS EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-146
FIGURA 7.197 ALUMINIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-147
FIGURA 7.198 ANTIMONIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-147
FIGURA 7.199 ARSÉNICO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-147
FIGURA 7.200 BARIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-148
FIGURA 7.201 BORO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-148
FIGURA 7.202 CADMIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO.....	7-148
FIGURA 7.203 CALCIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO.....	7-148
FIGURA 7.204 COBRE MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-149
FIGURA 7.205 CROMO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-149
FIGURA 7.206 ESTAÑO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-149



FIGURA 7.207 HIERRO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-150
FIGURA 7.208 MAGNESIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-150
FIGURA 7.209 MANGANESO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-150
FIGURA 7.210 MERCURIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-151
FIGURA 7.211 NÍQUEL MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-151
FIGURA 7.212 PLATA MEDIDA EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-151
FIGURA 7.213 PLOMO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-151
FIGURA 7.214 POTASIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-152
FIGURA 7.215 SILICIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-152
FIGURA 7.216 SODIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-152
FIGURA 7.217 AMONIO MEDIDO EN ESTACIONES DE MUESTREO	7-152
FIGURA 7.218 VISIBILIDAD Y CUENCA VISUAL DE LA ACTUACIÓN EN ESTUDIO	7-153
FIGURA 7.219 METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE	7-156
FIGURA 7.220 UNIDAD PAISAJÍSTICA DE QUITUMBE	7-157
FIGURA 7.221 DETALLE DE LA UNIDAD PAISAJÍSTICA DE QUITUMBE	7-157
FIGURA 7.222 UNIDAD PAISAJÍSTICA PLAYA ALTA-GUÁPULO	7-166
FIGURA 7.223 PLAZA SAN FRANCISCO	7-167
FIGURA 7.224 CUMBRE DEL PANECILLO	7-168
FIGURA 7.225 QUITO DESDE EL PANECILLO	7-168
FIGURA 7.226 ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO ORDENADAS CON BASE EN LOS HÁBITOS DE CRECIMIENTO	7-178
FIGURA 7.227 ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO ORDENADAS CON BASE EN EL ORIGEN	7-179
FIGURA 7.228 ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO ORDENADAS EN BASE AL TIPO DE USO	7-180
FIGURA 7.229 PORCENTAJE DE ANalfabetismo	7-189
FIGURA 7.230 DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS PÚBLICOS DE SALUD EN LA ZONA DE QUITUMBE	7-196
FIGURA 7.231 ESTABLECIMIENTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS DE SALUD EN LA ZONA DE QUITUMBE	7-196
FIGURA 7.232 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL POR SECTOR	7-196
FIGURA 7.233 POBLACIÓN POR GRUPOS ÉTNICOS ZONA CENTRO MANUELA SÁENZ	7-197
FIGURA 7.234 TASA DE ALFABETIZACIÓN ZONA CENTRO MANUELA SÁENZ	7-197
FIGURA 7.235 CLASIFICACIÓN DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ZONA CENTRO MANUELA SÁENZ	7-198
FIGURA 7.236 TIPOS DE INSTITUCIONES DE SALUD ZONA CENTRO MANUELA SÁENZ	7-198
FIGURA 7.237 TIPOS DE VIVIENDAS ZONA CENTRO MANUELA SÁENZ	7-198

FIGURA 7.238 UBICACIÓN DE LAS VIVIENDAS ZONA CENTRO MANUELA SÁENZ	7-198
FIGURA 7.239 DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD PARROQUIAS ZONA NORTE	7-199
FIGURA 7.240 CONFIGURACIÓN DE LAS REDES DE TRANSPORTE COLECTIVO	7-203
FIGURA 7.241 CENTRALIDADES URBANAS	7-213
FIGURA 7.242 ESTRUCTURA ACTUAL DE QUITO	7-214
FIGURA 7.243 CERRAMIENTO DEL SECTOR NORTE DE LA PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE LA PLAZA SAN FRANCISCO	7-248
FIGURA 7.244 FOTOS CATEO 1	7-251
FIGURA 7.245 FOTOS EN ÁREA DE SAN FRANCISCO	7-253
FIGURA 7.246 ENTORNO ESTACIÓN EL RECREO	7-255
FIGURA 7.247 ENTORNO ESTACIÓN MORÁN VALVERDE	7-257
FIGURA 7.248 PROSPECCIÓN ESTACIÓN EL EJIDO	7-257
FIGURA 7.249 POSICIÓN DE LAS UNIDADES DE PROSPECCIÓN EN EL SECTOR DE COCHERAS	7-259
FIGURA 7.250 PROSPECCIONES EN COCHERA (QUITUMBE)	7-260
FIGURA 7.251 PROSPECCIONES ÁREA ESPECIAL QUITUMBE	7-261
FIGURA 7.252 PROSPECCIONES EN ÁREA ESPECIAL SOLANA	7-262
FIGURA 7.253 PROSPECCIONES EN ÁREA ESPECIAL PARQUE EL CALZADO	7-262
FIGURA 7.254 PROSPECCIONES EN ÁREA ESPECIAL PANECILLO	7-263
FIGURA 7.255 TRABAJO EN LABORATORIO	7-263
FIGURA 7.256 EQUIPO DE TRABAJO	7-265

7. LÍNEA BASE

La información de línea base fue recopilada tanto de fuentes primarias (mediciones, muestreos, encuestas) sobre la ruta la Primera Línea del Metro de Quito como de fuentes bibliográficas referenciales y estudios específicos realizados a la fecha y para estos fines.

Los periodos de registro de parámetros climatológicos son poco uniformes, lo que dificulta definir un periodo común para los análisis climatológicos espaciales sobre la base de las series existentes, particularmente debido a que muchas estaciones no han funcionado de manera regular.

7.1. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

7.1.1. Clima de Quito

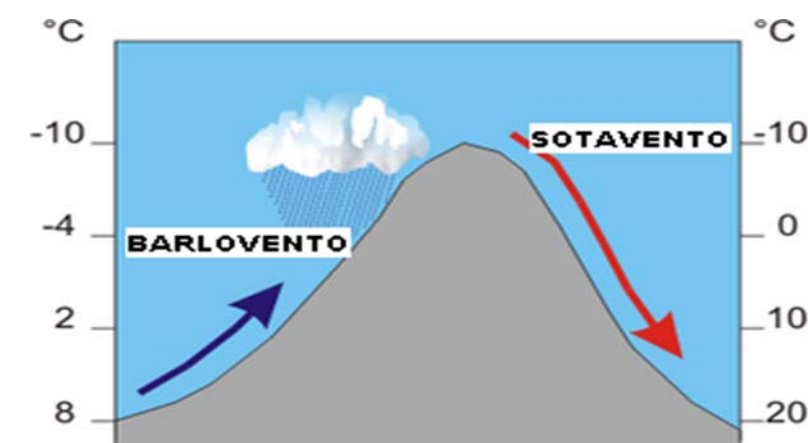
La ciudad de Quito se encuentra ubicada en la región Sierra o Interandina del Ecuador. Está atravesada por la cordillera de los Andes que la recorre de norte a sur. La cordillera se divide en dos sistemas paralelos: Cordillera Oriental y Occidental, separados por una llanura longitudinal dividida en varios valles por nudos transversales, que se constituyen en gigantescas murallas montañosas con alturas que varían desde los 1.200 hasta los 4.000 msnm. Esta diversidad de alturas impuesta por la cordillera de los Andes, origina una gran variedad de climas y cambios considerables a cortas distancias.

Influencias orográficas

La configuración orográfica origina un efecto denominado de viento foehn o föhn, que se produce en relieves montañosos cuando una masa de aire cálido y húmedo es forzada a ascender para salvar ese obstáculo. Esto hace que el vapor de agua se enfríe y sufra un proceso de condensación o sublimación inversa precipitándose en las laderas de barlovento donde se forman nubes y lluvias orográficas.

Cuando esto ocurre existe un fuerte contraste climático entre dichas laderas, con una gran humedad y lluvias en las de barlovento, y las de sotavento en las que el tiempo está despejado y la temperatura aumenta por el proceso de compresión adiabática. Este proceso está motivado porque el aire ya seco y cálido desciende rápidamente por la ladera, calentándose a medida que aumenta la presión al descender y con una humedad sumamente escasa. El efecto foehn o föhn es el proceso descrito en las laderas de sotavento y resulta ser un viento "secante" y muy caliente.

Figura 7.1 Efecto Foehn



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

La topografía obliga a la masa de aire a ascender, condensando el vapor de agua y dando lugar a lluvias orográficas (efecto barrera). A sotavento el aire ya seco desciende rápidamente aumentando la presión atmosférica y la temperatura.

Con mucha frecuencia, toda la humedad procedente de las laderas de barlovento no se convierte en nubes y lluvia sino que gran parte de esas nubes pasa hacia el lado de sotavento, donde se "desparraman" con un proceso totalmente inverso al que ocurrió en barlovento. En efecto, las nubes orográficas que descienden por el lado de sotavento se calientan y desaparecen al llegar a cierta altura cuando se supera la temperatura del punto de rocío. Se forma así un tipo de nubes estables que forman una especie de "techo" en el que los contrastes de temperatura pueden ser muy fuertes con una variación de altura muy escasa.

Esta situación es muy común en los valles que conforman la ciudad de Quito, en donde las precipitaciones son muy inferiores a las que se producen en la ciudad de Quito y aún más en las laderas situadas al oeste de la ciudad.

También es importante la influencia de la latitud y de la altitud. La primera, debido a la ubicación de Quito alrededor de la latitud cero, que recibe los rayos del sol más horas al año y, lo que es más generalmente, los rayos son más perpendiculares en la mayor parte del tiempo. Mientras que por la altitud, la temperatura disminuye a un valor de 6°C, razón por la cual la temperatura de Quito tiene una temperatura media que oscila entre los 13°C y 14°C.

En esta región, se presentan dos tipos de masas de aire, las masas de aire templadas, que se caracterizan por bajas temperaturas y un contenido muy irregular de humedad, se sitúan en los valles interandinos y las masas de aire frío que se asientan en las mesetas andinas y en las cimas altas de las montañas (más de 3000 msnm); en estas últimas, las temperaturas son menores o iguales a 0°C y la humedad depende de la influencia de las masas de aire que recibe.



Se encuentra bajo la influencia alterna de "Masas de Aire Tropical Marítimo" (MATM) y "Masas de Aire Tropical Continental" (MATC).

Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)

Es una franja nubosa cuyo desplazamiento es entre los 10° Norte y 10° Sur de la zona ecuatorial. Es el sistema que define el inicio de la época lluviosa en el Ecuador y por ende en la ciudad de Quito. Cuando esta zona presenta cambios a largo plazo, puede dar lugar a graves sequías o inundaciones en la zona de afección.

Desde inicios de septiembre, la ZCIT (que se encuentra en esa época del año sobre el Hemisferio Norte y en proceso de alcanzar el Ecuador), después de rechazar los alisios del sureste, moviliza hacia el continente las MATM. Estos al sumarse los alisios del nordeste dan inicio a la estación lluviosa.

A fines de diciembre, la ZCIT que aún se encuentra en el Hemisferio Norte, detiene el movimiento anterior, y sin que haya mayor ingreso de aire marítimo húmedo, provoca una ligera recesión de la pluviometría que corresponde al llamado "veranillo del Niño" de fines de diciembre-enero.

Figura 7.2 Ubicación de la Zona de Convergencia Intertropical



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Mientras tanto, debido a las fuertes temperaturas, las MATC de la llanura amazónica siguen reforzándose; al verse empujadas luego hacia la cordillera, ingresan en parte al callejón interandino y dan lugar a un segundo pico lluvioso a partir de marzo.

En las hoyas interandinas, tienen el mismo régimen anteriormente expuesto de una estación lluviosa con dos picos separados por una corta estación seca. Sin embargo, por estar mejor abrigadas, por recibir aire marítimo o

continental casi totalmente descargado de humedad y porque ahí reinan "Masas de Aire Templado Continental", el total de las precipitaciones es menor y el clima más estable y seco.

Perturbaciones de la Amazonía

Ocasionalmente se presentan grandes masas de aire cálido y húmedo arrastradas por el viento a grandes alturas desde la región amazónica, las mismas que producen grandes tormentas y precipitaciones en la ciudad de Quito.

Los factores indicados anteriormente, producen un reforzamiento de las precipitaciones originadas normalmente por la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical, cuya presencia o alejamiento, condiciona el inicio de la época lluviosa o época seca respectivamente.

7.1.2. Metodología

El análisis del clima se realizó con los datos existentes en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) para las estaciones Ilobamba (003) e Iñaquito (024), ya que ellas son las que presentan la mayor cantidad de parámetros climáticos para analizar. Esta última estación es la más cercana a la zona de estudio. El análisis corresponde a los nueve años (2000-2008) anteriores para los siguientes parámetros: temperatura (°C), precipitación (mm), humedad relativa (%), nubosidad (octavos) y vientos (m/s).

Los datos de cada parámetro fueron promediados a efectos de obtener la media mensual por año. Esta media mensual es el valor estadístico utilizado de base para interpretar la evolución del clima durante ese período.

La información correspondiente a cada estación se muestra en el Cuadro 7.1 donde consta la información de: coordenadas, altitud, período de disponibilidad de datos, código, tipo de estación e institución responsable de la operación.

Cuadro 7.1 Estaciones meteorológicas consideradas

ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD	CÓDIGO (1)	TIPO (1)	INSTITUCIÓN
	LATITUD	LONGITUD	MSNM			
Ilobamba	00°21'45" S	78°33'11" W	3.058	M-003	AP	INAMHI
Quito – INAMHI	00°10'28" S	78°29'08" W	2.812	M-024	CE	INAMHI

Fuente: EMAAP-Q, 2008

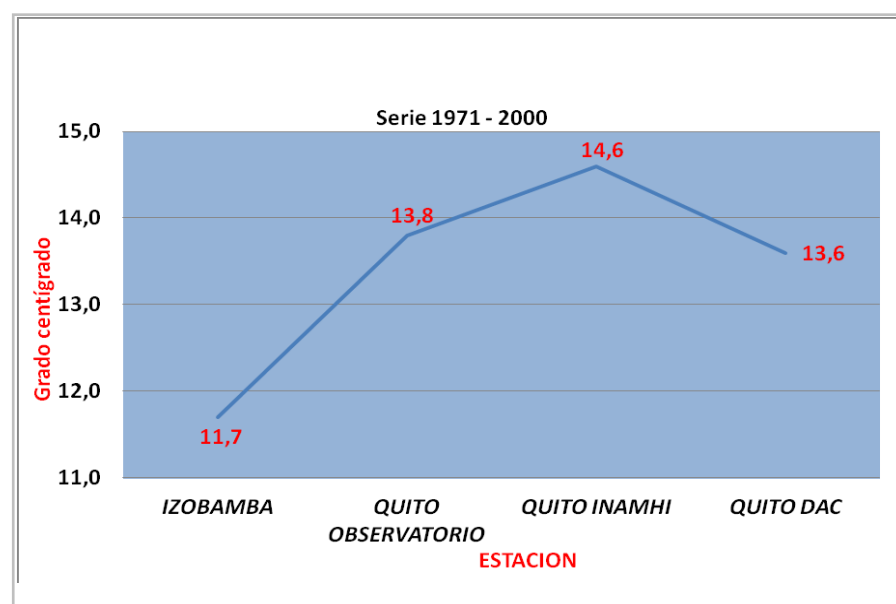
(1) El tipo y código corresponde a la denominación de las estaciones establecida por el INAMHI:
AP - Agrometeorológica
CE - Climatológica especial

Temperatura

Las temperaturas medias son variables y los valores máximos por lo general se producen en el mes de agosto, en tanto que los menores valores de temperatura media no tienen un mes concreto en el que se producen (ver Figuras).

La temperatura media por lo general se incrementa de sur a norte, excepto en Quito Aeropuerto, en donde se aprecia un pequeño descenso, debido a que la estación se encuentra ubicada en un lugar libre de grandes obstáculos (Figura 7.3).

Figura 7.3. Temperatura media multianual DMQ. Años 1971-2000



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

La tendencia de la temperatura media es a incrementarse, notándose mayores valores de cambio o tendencia de incremento en las estaciones que se encuentran ubicadas dentro de la ciudad. Los valores de cambio o de incremento oscilan entre 0,8°C en Izobamba y 1,5°C en Quito Observatorio (Ver Figuras).

Figura 7.4 Temperatura media estación Izobamba. Años 1971-2000

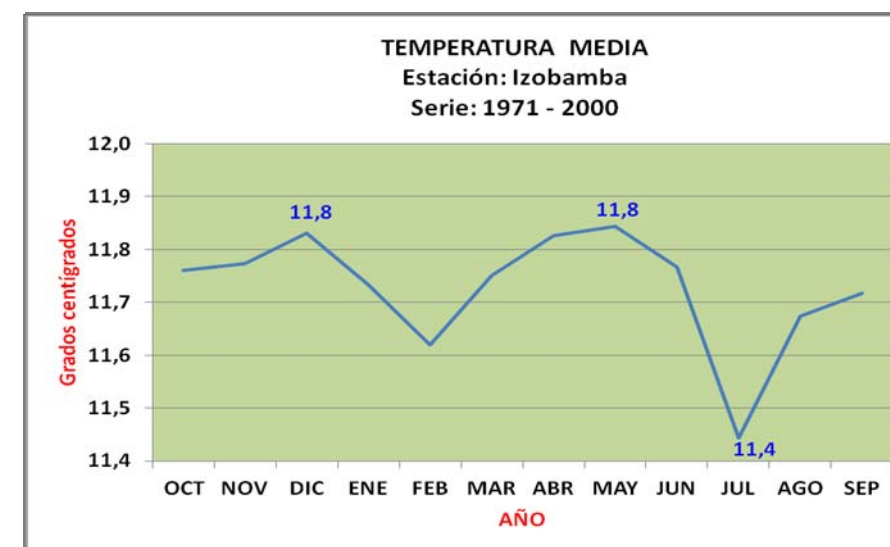


Figura 7.5 Distribución de la temperatura media Estación Quito-Observatorio. Años 1971-2000

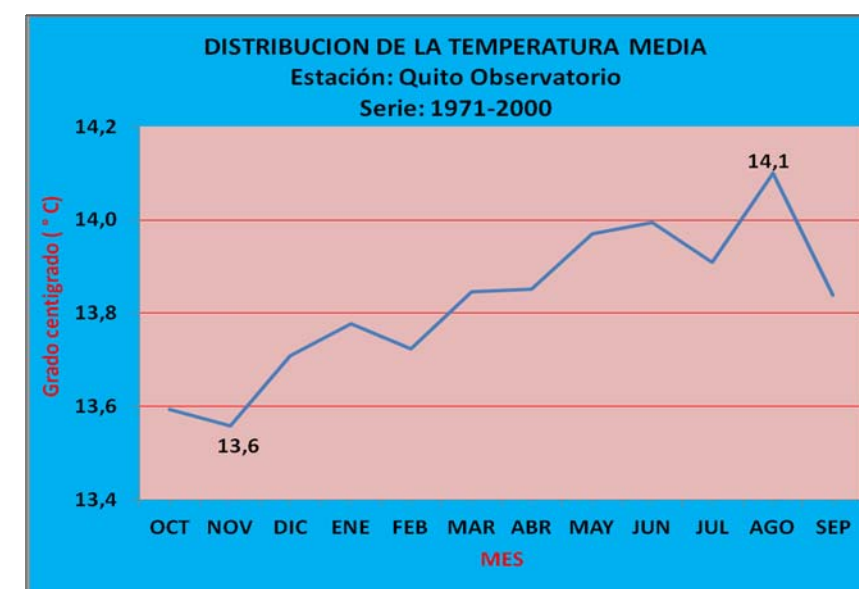


Figura 7.6 Distribución de la temperatura media Estación Quito – INAMHI. Años 1975-2000

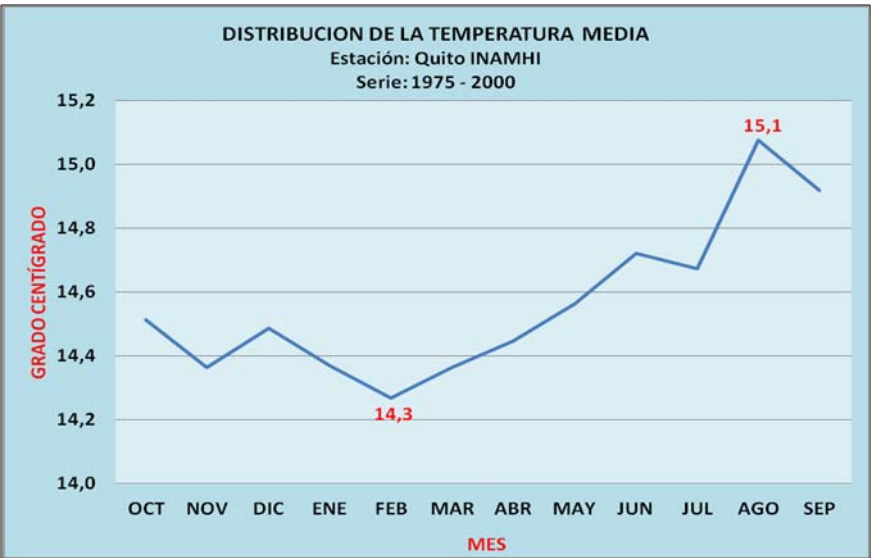


Figura 7.7 Distribución de la temperatura media Estación Quito-Aeropuerto. Años 1971-2000

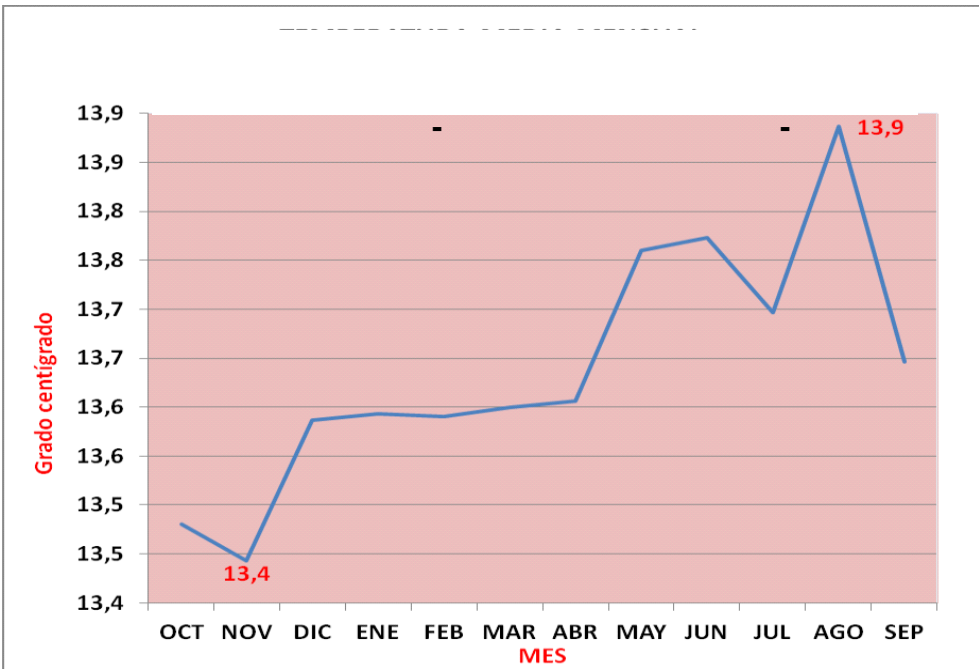


Figura 7.8 Tendencia temperatura media Izoabamba. Años 1962-2010

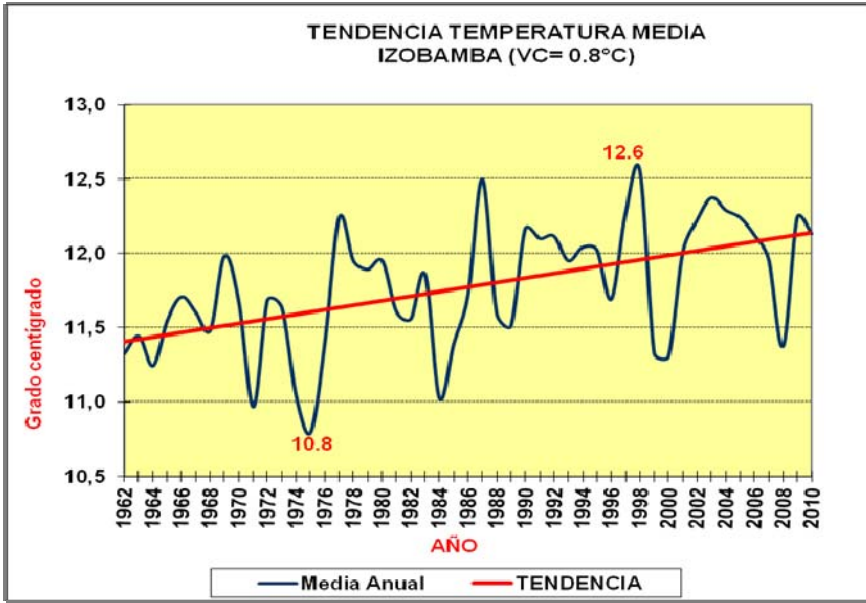


Figura 7.9 Tendencia temperatura media Quito Observatorio. Años 1891 - 1999

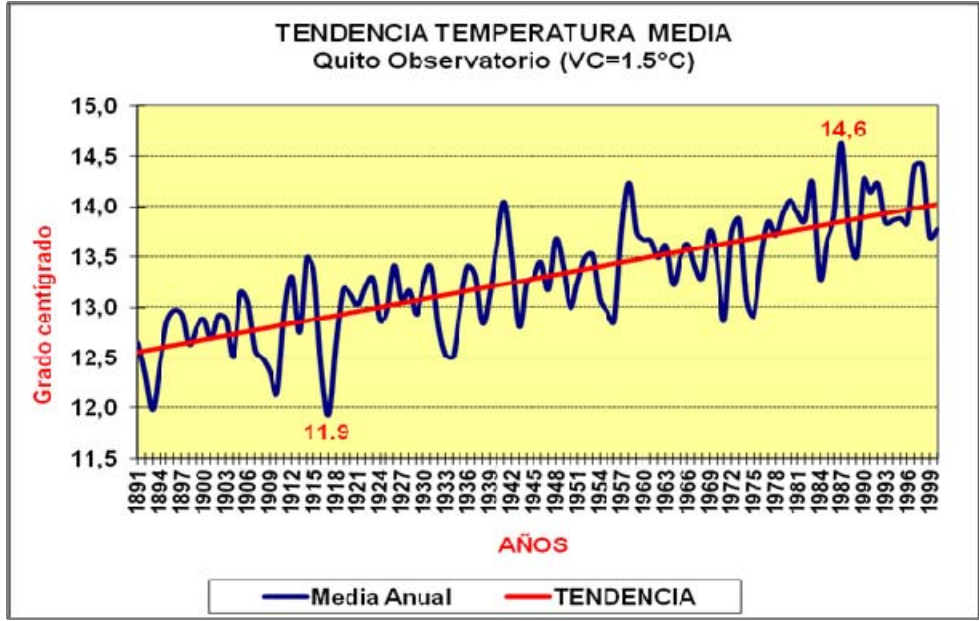


Figura 7.10 Tendencia temperatura media Quito INAMHI. Años 1975-2007

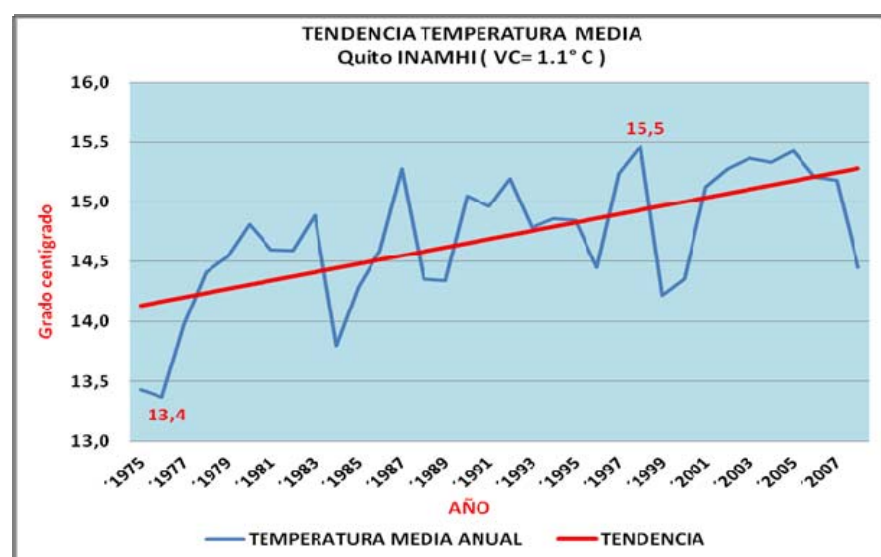
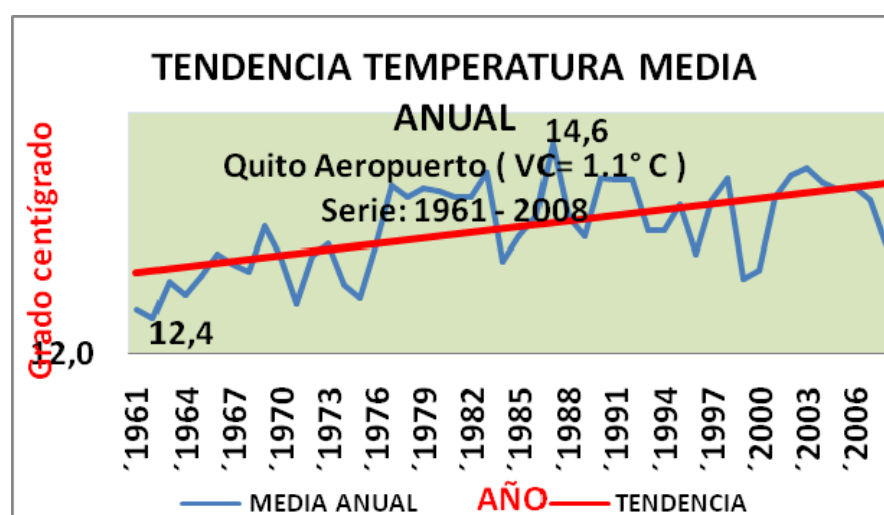


Figura 7.11 Tendencia temperatura media anual Quito Aeropuerto. Años 1961-2007



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

En cuanto a los mayores valores de temperaturas máxima absoluta media se produce entre los meses de agosto y septiembre, en tanto que los menores valores no tienen un mes concreto de ocurrencia. Por lo general, la temperatura máxima absoluta media presenta una variabilidad espacial, produciéndose el valor más bajo al sur de la ciudad.

La tendencia de la temperatura máxima absoluta media es a incrementarse en todo el Distrito, con valores que oscilan entre 0,4°C en Quito Aeropuerto y 1,1°C en la estación Quito Observatorio.

Por su parte, los mayores valores de temperatura mínima absoluta media por lo general se registran en el mes de abril, los mismos que oscilan entre 3,9°C en Izobamba y 10,1°C en Iñaquito; los menores valores se producen entre los meses de julio a septiembre, cuyos valores están entre 1,9°C en Izobamba y 9,2°C en Iñaquito.

La temperatura mínima absoluta media presenta un incremento general en el Distrito, cuyos valores más altos se registran en la parte urbana del Distrito, los mismos que oscilan entre 0,9°C en Izobamba y 3,2°C en Quito Aeropuerto.

Por lo general se nota una tendencia creciente de sur a norte, con valores medios que oscilan entre 2,7°C en la estación de Izobamba y 9,5°C en la estación de Quito INAMHI.

La serie de temperatura media, fue sometida a la aplicación de los test de determinación del carácter aleatorio simple de las series de observaciones o dicho en otras palabras si las observaciones han sido obtenidas de la misma población y que todas son independientes entre sí. El test de correlación serial permite determinar la persistencia a corto plazo (de un término a otro) y el test de Spearman permite determinar la tendencia a largo plazo.

Aplicados ambos test a la serie de temperatura media, se aprecia que los dos tests son consistentes, presentándose tanto una persistencia de la temperatura media tanto a corto plazo como una tendencia creciente a largo plazo.

Precipitación

En la zona de estudio existen alrededor de 15 estaciones pluviométricas, tres de INAMHI, una de la Dirección de Aviación Civil, una de la Politécnica Nacional y 10 de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito- EPMAPS, como se observa en el Cuadro 7.2 y la ubicación de las estaciones en la zona se muestra en la Figura 7.20.

Cuadro 7.2 Estaciones meteorológicas en la zona de estudio

Nº	Código	Estación	Registro de precipitación	Nº años	Latitud Sur	Longitud Oeste	Elevación msnm	Propiedad
1	M003	Izobamba	1964-2010	43	772361.59	9959896.04	3058	INAMHI
2	M024	Iñaquito-INAMHI	1975-2010	36	780131.471	9981253.09	2789	INAMHI
3	M055	Quito Aeropuerto	1958-2008	51	779946.220	9984510.77	2794	DAC
4	M335	La Chorrera	1982-2010	28	774376.196	9976889.97	3165	INAMHI
5	M054	Quito - Observatorio	1971-2000	30	778274.437	9976643.49	2820	Politécnica Nacional
6	PC5	Bellavista	2000-2010	11	782 675	9980340	2962	EPMAPS
7	P3	Rumihurcu	2000-2010	11	774550	9985125	3575	EPMAPS
8	P8	Rumipamba	2000-2010	11	776350	9980525	3200	EPMAPS
9	P11	Antenas	2000-2010	11	775860	9982013	3760	EPMAPS
10	P12	Toctiuco	2000-2010	11	775485	9977570	3225	EPMAPS
11	P14	Zámbiza	2000-2010	11	784313	9984264	2640	EPMAPS
12	P23	Atacazo	2000-2010	11	767195	9965170	3865	EPMAPS
13	P25	Troje	2000-2010	11	772390	9959890	3060	EPMAPS
14	P26	Puengasí	2000-2010	11	779 300	9974185	2 980	EPMAPS
15	P28	Cruz Loma	2000-2010	11	772390	9959890	3060	EPMAPS

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Figura 7.12 Ubicación de las estaciones

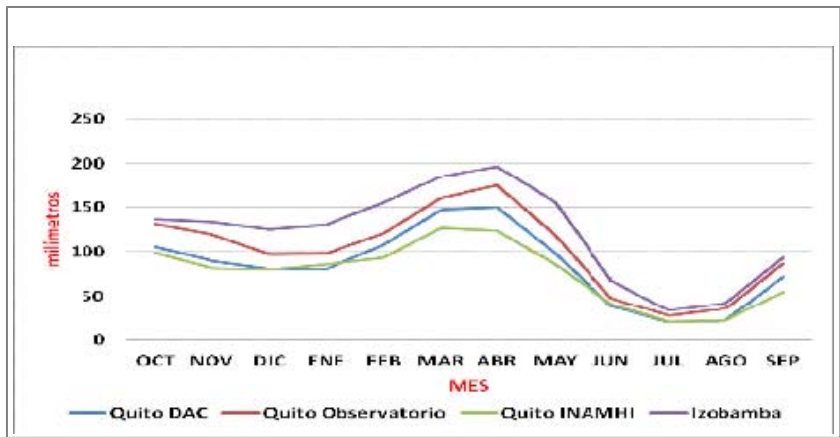


Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Los periodos de registro no son uniformes por lo que no es fácil definir un periodo común para los análisis climatológicos espaciales sobre la base de las series existentes, particularmente debido a que muchas estaciones no han funcionado de manera regular. Los registros de datos no son continuos, existen años incompletos y, en algunos casos lagunas de varios meses e incluso años con datos faltantes.

Las precipitaciones tienen una distribución espacial muy variable debido tanto a su orografía como a los factores que condicionan las mismas. En general, la estación lluviosa se inicia en el mes de octubre y se prolonga hasta mayo con una distribución bimodal, con dos picos máximos de precipitaciones que se producen en los meses de octubre y abril-marzo, siendo el mes más lluvioso marzo-abril, cuyos valores promedios oscilan entre 169.2 mm (Izobamba) y 126.2 mm (Quito INAMHI), tal como se muestra en la Figura 7.13.

Figura 7.13 Distribución mensual de la precipitación. Años 1971-2000

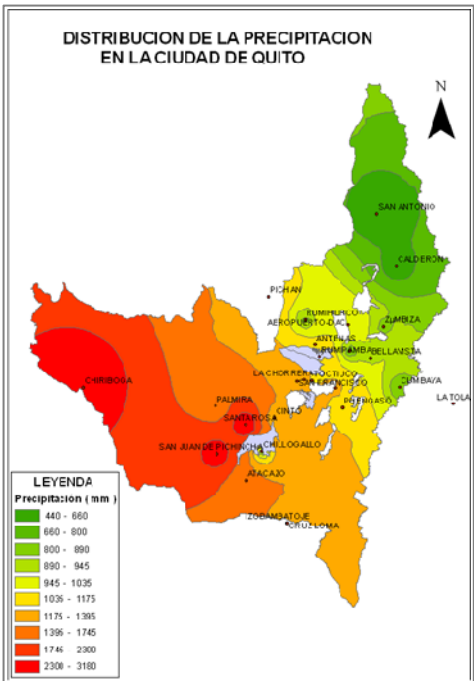


Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

La época seca se extiende desde el mes de junio hasta septiembre. El mes más seco es el mes de julio cuando se registran valores en promedio que oscilan entre 20,2 mm (Quito INAMHI) y 27,0 mm (Quito Observatorio).

Los mayores valores, tanto de precipitación mensuales como anuales se producen en la parte sur del distrito y las mismas van decreciendo conforme avanzan hacia el norte, en tanto que en la parte oeste se producen mayores precipitaciones y decrecen hacia el este (ver Figura 7.14).

Figura 7.14 Distribución espacial de la precipitación en Quito



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

También es importante señalar que las mismas se incrementan en sentido este-oeste, debido al efecto Foehn, ya que las masas de aire cálido-húmedo que avanzan de la Amazonía, al chocar con las mayores elevaciones (La Chorrera, Chiriboga, San Juan de Pichincha) se condensan y producen mayores precipitaciones.

Comparando el resultado de los estudios efectuados por el INAMHI, para las comunicaciones nacionales (primera y segunda) sobre Cambio Climático presentado a las Naciones Unidas, la tendencia que presenta el parámetro de precipitación a través del tiempo es por lo general a disminuir, siendo más notorio en la estación de Quito Observatorio, debido a que el análisis de la tendencia corresponde a una serie más extensa (1891-2008), como se muestra en las Figuras 7.15 a 7.18

Las series tanto de precipitación como temperatura media, fueron sometidas a la aplicación de los test de determinación del carácter aleatorio simple de las series de observaciones o dicho en otras palabras si las observaciones han sido obtenidas de la misma población y que todas son independientes entre sí, los cuales fueron el test de *Correlación serial* que permite determinar la persistencia a corto plazo (de un término a otro) y el test de *Spearman* que permite determinar la tendencia a largo plazo.

Aplicado ambos test a las series de precipitación y temperatura media, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 7.15 Tendencia de la precipitación Estación Izobamba. Años 1965-2008

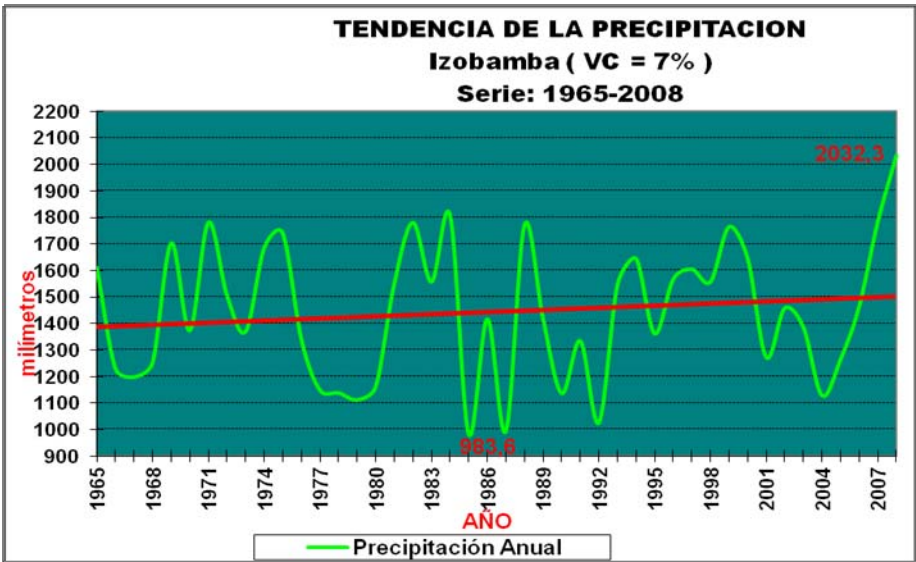


Figura 7.16 Tendencia de la precipitación Estación quito-Observatorio. Años 1891-2006

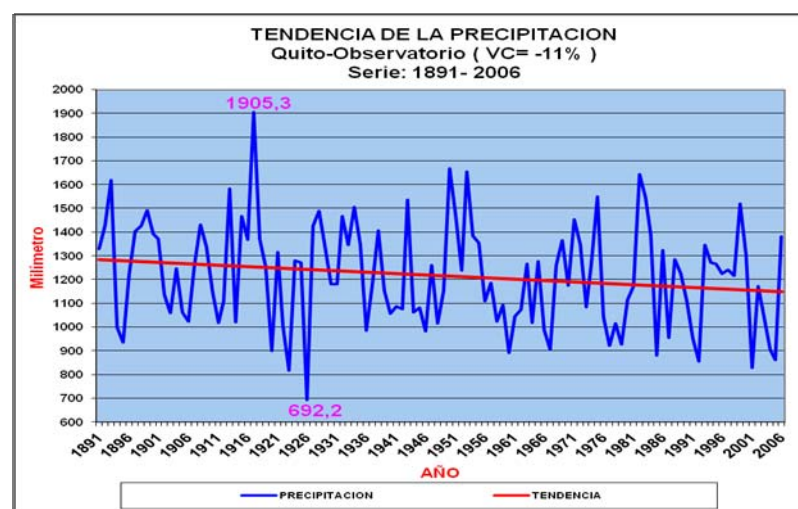


Figura 7.17 Tendencia de la precipitación Estación Quito-INAMHI. Años 1975-2008

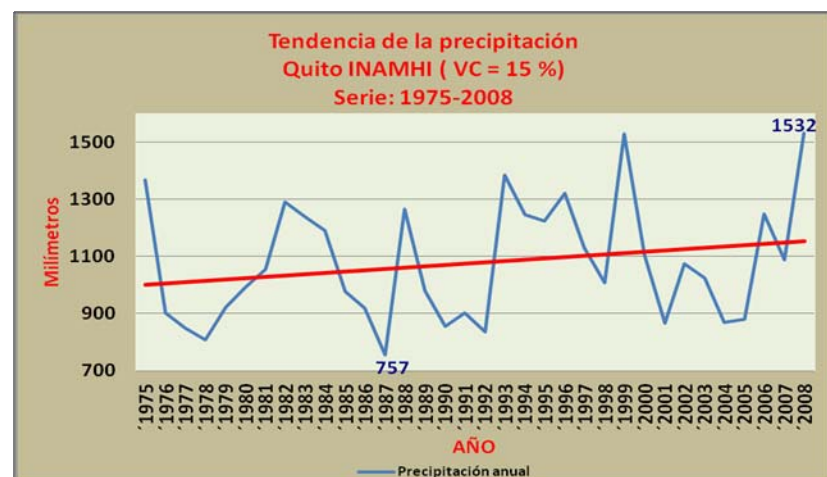
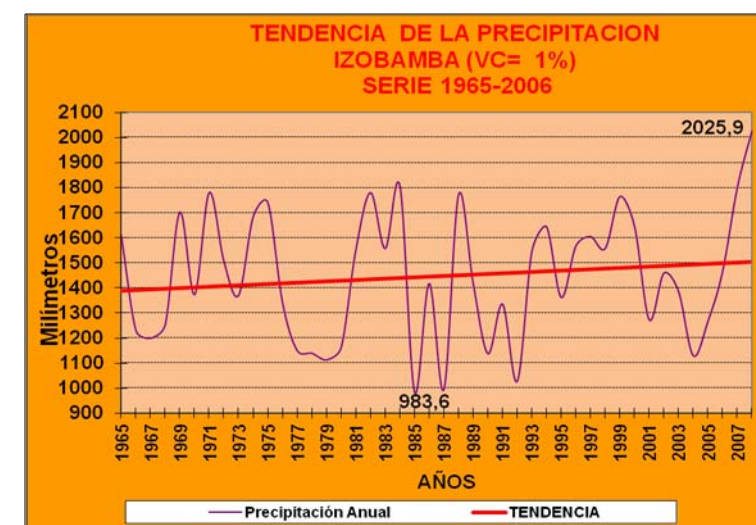


Figura 7.18 Tendencia de la precipitación Estación Izobamba. Años 1965-2006



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

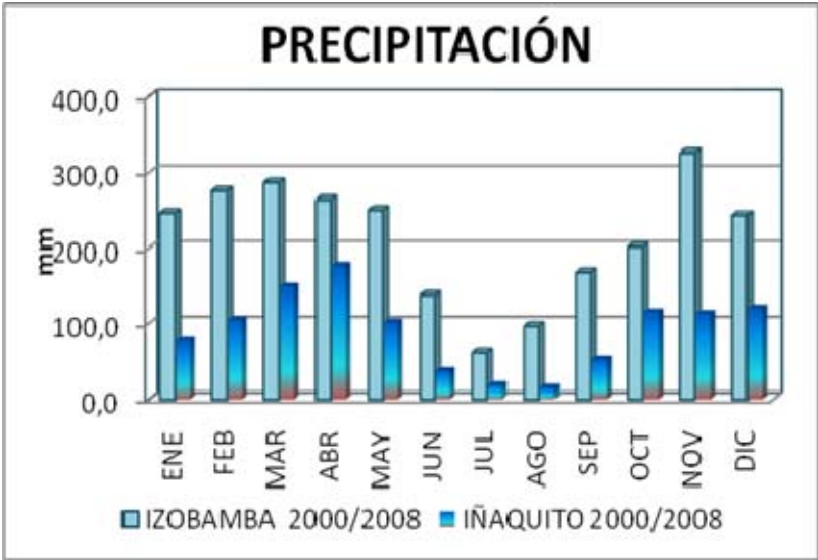
En cuanto al parámetro de precipitación en lo que se refiere a la determinación de la persistencia a corto plazo, solamente la estación de Quito Aeropuerto no presenta la misma, en lo referente a la tendencia a largo plazo en este parámetro no existe en ninguna de las estaciones consideradas, lo que permite concluir lo que en realidad se viene presentando, sobre todo en los últimos años, las precipitaciones intensas se van incrementando y sus valores inducen a pensar que son precipitaciones que no pertenecen a la misma población (a corto plazo), y éstas no son claras aún a largo plazo.

Según datos de la estación Izobamba, la temporada de mayor precipitación se inicia en el mes de octubre hasta abril, siendo el mes de noviembre el de mayor precipitación con 326,2 mm y julio el de menor precipitación con 62,6 mm.

En el área de estudio, en la estación meteorológica de Iñaquito se reporta que la temporada de mayor precipitación se inicia en el mes de octubre hasta mayo, siendo el mes de mayor precipitación con 177,1 mm y agosto registra la menor precipitación (15,1 mm), tal como se aprecia en la Figura 7.19



Figura 7.19 Precipitación promedio mensual



Fuente: Elaboración propia, 2011

De otra parte, la intensidad de la lluvia influye notoriamente en el uso del suelo. Las lluvias de gran intensidad y de corta duración pueden ocasionar importantes daños, degradación de la estructura del suelo, erosión, inundaciones, daños en cultivos, etc.

El estudio de las precipitaciones máximas es necesario en múltiples aplicaciones. Así, en hidrología para la estimación de avenidas es necesario conocer el valor de la máxima precipitación probable registrada para un determinado período de retorno. El período de retorno o de recurrencia (T) es el intervalo medio expresado en años en el que un valor extremo alcanza o supera al valor "x", al menos una sola vez (Elías y Ruiz, 1979).

Tanto para el estudio de la erosión, como para el cálculo y diseño de las estructuras de conservación de suelos e hidráulicas, es necesario el estudio de las precipitaciones máximas. El período de retorno será mayor cuanto mayor sea la importancia y la repercusión social, ecológica y económica de la obra. Así, la necesidad de disponer de amplios períodos de retorno contrasta con la disponibilidad de series de datos climatológicos, por lo que se debe recurrir a estimaciones estadísticas.

Las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio se encuentran distribuidas de norte a sur en el área de influencia, cuyos periodos de información varían de acuerdo a la instalación de la estación en el tiempo, siendo la estación con mayor cantidad de información Quito Observatorio M054, pero no se cuenta con este tipo de información, seguido por la estación Quito Aeropuerto con 51 años de observación, como las más antiguas. En el Cuadro 7.3 se indican las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio.

Cuadro 7.3 Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio

Nº	Código	Estación	Registro de precipitación	Nº años	Coordenadas		Elevación msnm
					E	N	
1	M003	Izobamba	1964-2010	43	772361.5973	9959896.0400	3.058
2	M024	Iñaquito-INAMHI	1975-2010	36	780131.4716	9981253.0940	2.789
3	M055	Quito Aeropuerto	1958-2008	51	779946.2204	9984510.7731	2.794
4	M335	La Chorrera	1982-2010	28	774376.196	9976889.97	3.165

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Para el análisis de eventos de lluvias máximas diarias (24 horas) se utilizaron todas las series históricas de cada una de las estaciones, obteniéndose los máximos de todos los años mes a mes, dichos valores se observan en el Cuadro 7.4.

Cuadro 7.4 Precipitaciones máximas en 24 horas absolutas registradas en las estaciones de la zona de estudio

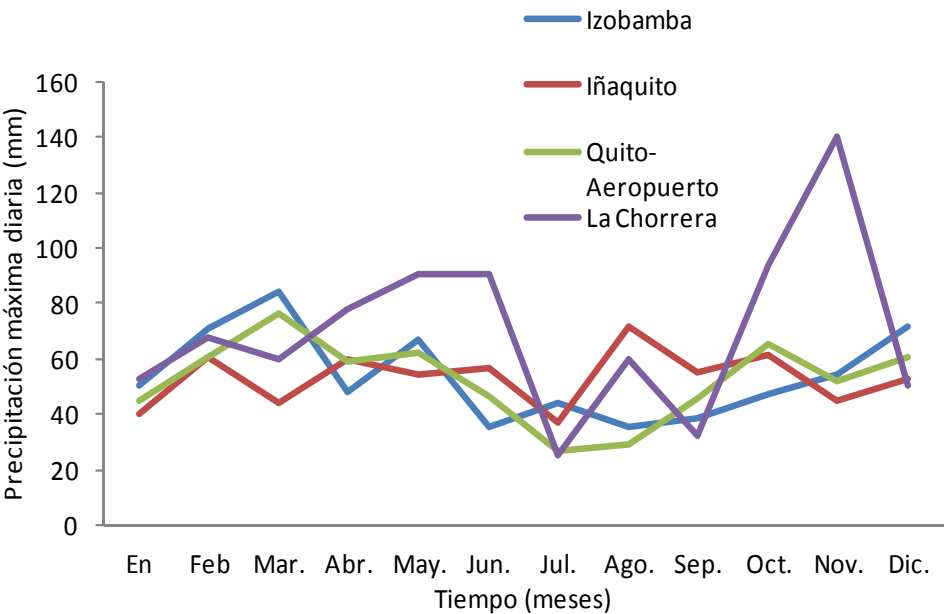
Estación	Altitud	Precipitación máxima diaria absoluta observada - mm											
		En	Fe.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Izobamba	3.058	50,3	71	84,5	47,8	66,8	35,8	44	35,1	38,8	47	54,7	71,4
Iñaquito-INAMHI	2.789	40,4	60,3	44,4	60,2	54	56,8	37,1	71,6	55,1	61,6	44,6	52,9
Quito-Aeropuerto	2.794	45.1	60,8	76,2	59,0	61,8	46,1	26,4	29,4	45,6	65,5	51,6	60,9
La Chorrera	3.165	53	67,5	60,1	78	90,2	90,3	25,5	60	32	94	140	50

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

El análisis de las series de precipitación máxima en 24 horas, para las estaciones del área de estudio, muestra que los eventos históricos de mayor intensidad se han presentado en el mes de mayo para todas las estaciones analizadas como se observa en el cuadro anterior y en la Figura 7.20



Figura 7.20 Variabilidad de la precipitación máxima en 24 horas de las estaciones en el área de estudio



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Estos datos corresponden a los registros de los valores más altos de entre los totales diarios de las precipitaciones observadas de cada mes.

Determinación de precipitaciones máximas en 24 horas para periodos de retorno – TR de: 5, 10, 25, 50, 100, 300, 500 y 1000 años

Sobre la base de los registros existentes se escogieron los valores de precipitaciones máximas absolutas de todo el registro de datos existentes, registrados en las estaciones, estos datos corresponden a los máximos anuales. La mayoría de las estaciones tienen información hasta el año 2010, por lo que para el presente análisis se optó en tener un periodo común de 1975-2010, con pocos años faltantes de información (máximo dos años), periodo en el cual se realizó el análisis respectivo.

Para el estudio, los valores de precipitaciones máximas en 24 horas se sometieron al análisis de frecuencias aplicando el programa estadístico FLODRO (Flood and Drought Frequency Analyses) de propiedad de COPYRIGHT INTERNATIONAL.

El programa sirve para el análisis de frecuencias de datos de precipitaciones máximas en 24 horas y/o caudales máximos, aplica seis funciones de distribución: Normal, Log Normal (2 ó 3 parámetros), Gamma (2 ó tres parámetros), Log Pearson III, Valores Extremos Tipo I (Gumbel), y Valores Extremos Generales.

Los datos se sometieron al análisis de cada una de las funciones, determinándose el mejor ajuste para un nivel de confianza del 95%; gráficamente y analíticamente comparando los valores del error estándar del modelo (The standard error of the model).

$$Sx = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

En donde:

- Sx: Error estándar del modelo
- S: Desviación estándar de la muestra
- N: Número de datos de la muestra

El menor valor del error estándar indica el mejor ajuste de los datos; entonces se obtienen las frecuencias y periodos de retorno de la información de precipitaciones máximas en 24 horas para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 300, 500 y 1000 años.

Con la ayuda del programa estadístico FLODRO, se sometió al análisis de frecuencias mediante diferentes leyes de distribución.

Las distribuciones que mejor se ajustaron para los datos fueron: Log-Normal, Pearson Tipo III, Log Pearson Tipo III, Valores Extremos Tipo I (Gumbel), con un error estándar bajo. De éstas se eligieron la mejor distribución que se ajustó de acuerdo al menor error estándar del modelo o de la distribución propuesta, las mismas que se ajustaron por el método de los momentos, como el mejor ajuste. Esta selección se realizó en función a las recomendaciones de organismos especializados [UNESCO, 1976; WMO, 1989]. Los valores para cada una de las estaciones estudiadas se indican a continuación:



Precipitaciones máximas en 24 horas estimadas para TR especificados y zona representativa de las estaciones meteorológicas

Estación Izobamba

Cuadro 7.5 Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) para diferentes TR Estación Izobamba

Periodo de retorno T_R (años)	Probabilidad de no excedencia	ESTACIÓN: IZOBAMBA – M003		
		Error estándar del modelo		
		3.274	2.99	3.144
		Log Normal 3 parámetros	Log Pearson III	Valores Extremos Tipo I (Gumbel)
		Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)	Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)	Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)
5	0.8	51.840	52.200	52.858
10	0.9	58.379	59.054	59.497
25	0.96	66.929	68.151	67.885
50	0.98	73.489	75.261	74.108
100	0.99	80.200	82.669	80.286
300	0.996	91.243	95.177	90.035
500	0.988	96.574	101.364	94.560
1000	0.9989	104.025	110.183	100.696

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Los valores de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Izobamba se ajustaron a las distribuciones: Log Normal 3 parámetros, Log Pearson III y Valores Extremos Tipo I (Gumbel), de las cuales, la distribución que mejor se ajustó fue Log Pearson III, con un error estándar de 2,99.

El área representativa O de influencia de la estación Izobamba de acuerdo al estudio climatológico, comprende a partir de la Avenida 24 de Mayo hacia el sur de la ciudad de Quito.

Estación Aeropuerto – DAC

Cuadro 7.6 Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm) para diferentes TR Estación Izobamba

Periodo de retorno T_R (años)	Probabilidad de no excedencia	QUITO – AEROPUERTO M-055	
		Error estándar del modelo	
		2.160	2.456
		Log Normal 3 parámetros	Valores Extremos Tipo I (Gumbel)
		Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)	Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)
5	0.8	51.126	50.204
10	0.9	56.065	56.114
25	0.96	61.614	63.580
50	0.98	65.361	69.120
100	0.99	68.843	74.618
300	0.996	73.975	83.296
500	0.988	76.236	87.324
1000	0.9989	79.204	92.786

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Los valores de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Quito Aeropuerto, se ajustaron a las distribuciones: Log Normal 3 parámetros, y Valores Extremos Tipo I (Gumbel), de las cuales, la distribución que mejor se ajustó fue Log Normal 3 parámetros con un error estándar de 2,16.

El área representativa o de influencia de la estación Quito Aeropuerto de acuerdo al estudio climatológico, comprende a partir del sector del Labrador hasta Carcelén al norte de la ciudad de Quito

Estación Quito-INAMHI

Cuadro 7.7 Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) para diferentes TR Estación: Quito-INAMHI

Periodo de retorno T_R (años)	Probabilidad de no excedencia	Quito – INAMHI M-024	
		Error estándar del modelo	
		1.735	2.36
		Log Normal 3 parámetros	Valores Extremos Tipo I (Gumbel)
		Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)	Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)
5	0.8	54.227	53.307
10	0.9	59.651	59.369
25	0.96	65.912	67.029
50	0.98	70.236	72.712
100	0.99	74.325	78.3536
300	0.996	80.470	87.254
500	0.988	83.222	91.386
1000	0.9989	86.875	96.990

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Los valores de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Quito INAMHI, se ajustaron a las distribuciones: Log Normal 3 parámetros, y Valores Extremos Tipo I (Gumbel), de las cuales, la distribución que mejor se ajustó fue Log Normal 3 parámetros con un error estándar de 1,735.

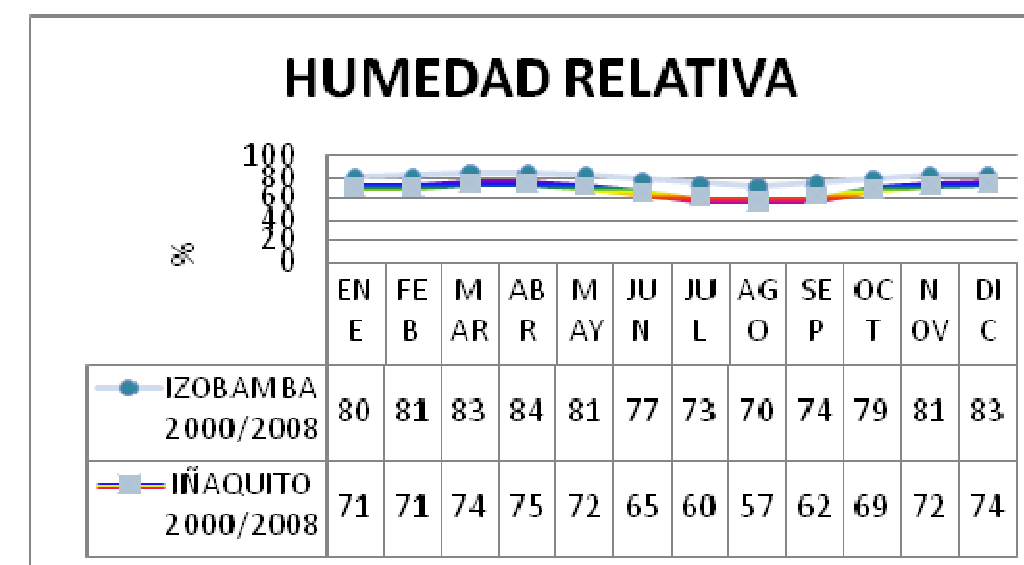
El área representativa o de influencia de la estación Quito INAMHI de acuerdo al estudio climatológico, comprende a partir del sector del Labrador hasta la avenida Colón.

El área representativa o de influencia de la estación Quito Observatorio de acuerdo al estudio climatológico, comprende a partir del sector la avenida Colón hasta la avenida 24 de Mayo, pero se carece de información, por lo que para el cálculo hidrológico en este sitio se tomará la estación Quito INAMH, por ser la más cercana.

Humedad relativa

Según la estación meteorológica de Izobamba, la zona se caracteriza por un alto grado de humedad relativa y aún en épocas de estiaje la humedad sigue siendo alta, mientras que en la estación meteorológica de Iñaquito, a pesar de tener una humedad relativa alta, es más baja, como puede verse en la Figura 7.21.

Figura 7.21 Humedad relativa promedio mensual

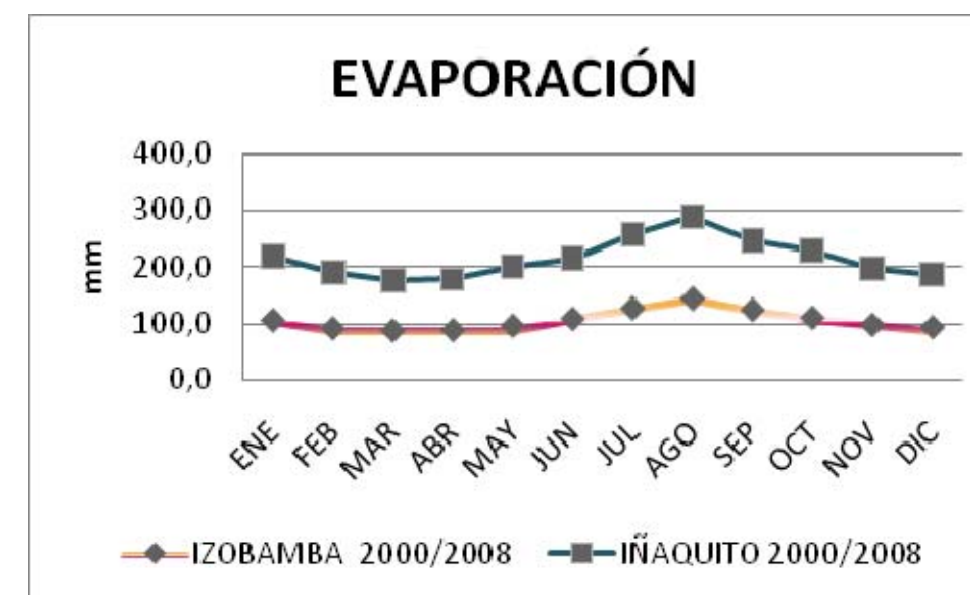


Fuente: Elaboración propia, 2011

Evaporación

La evaporación de la estación meteorológica de Izobamba en relación a la evaporación de la estación meteorológica de Iñaquito es baja, como se observa en la Figura 7.22

Figura 7.22 Evaporación promedio mensual

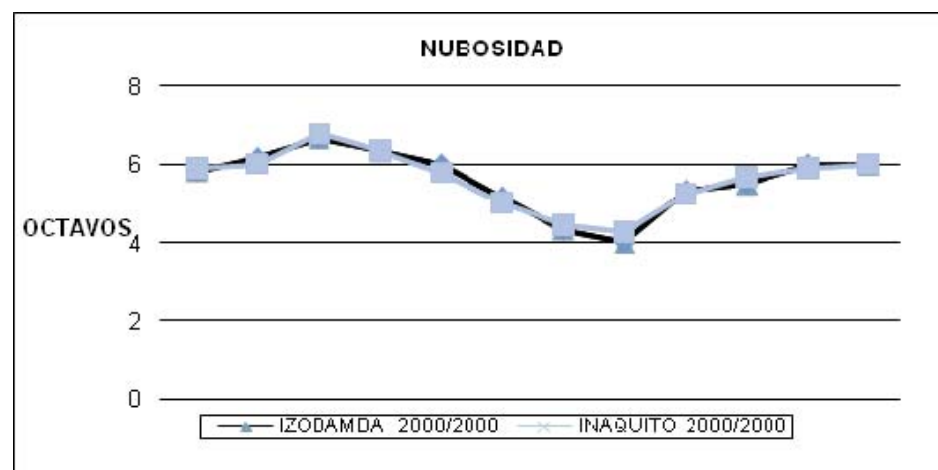


Fuente: Elaboración propia, 2011

Nubosidad

Comparando la nubosidad de la estación meteorológica de Izobamba con la de Iñaquito, se observa la misma tendencia durante el periodo de estudio (ver Figura 7.23).

Figura 7.23 Nubosidad promedio mensual

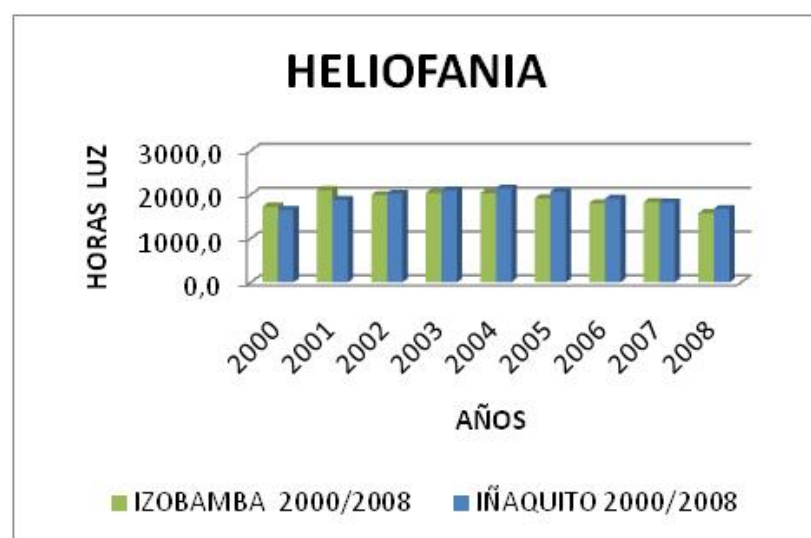


Fuente: Elaboración propia, 2011

Heliofania

Las horas luz tanto para la estación meteorológica de Izobamba como la de Iñaquito son similares (ver Figura 7.24).

Figura 7.24 Nubosidad promedio mensual

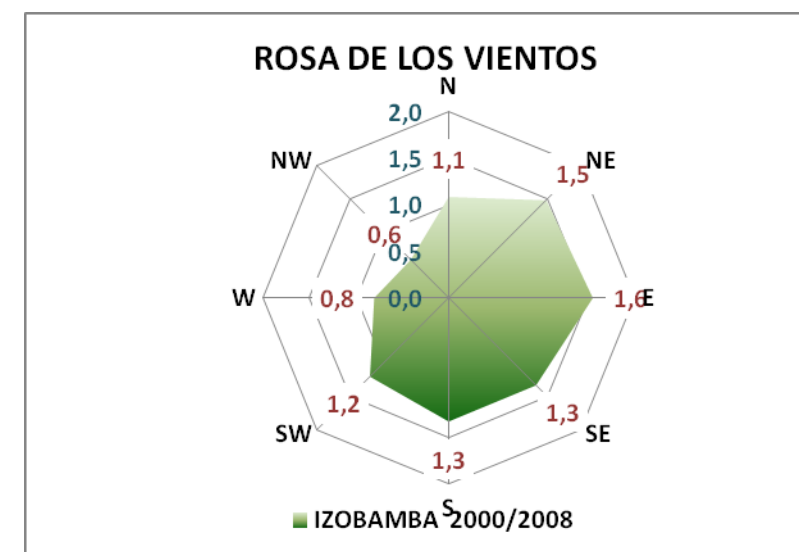


Fuente: Elaboración propia, 2011

Vientos

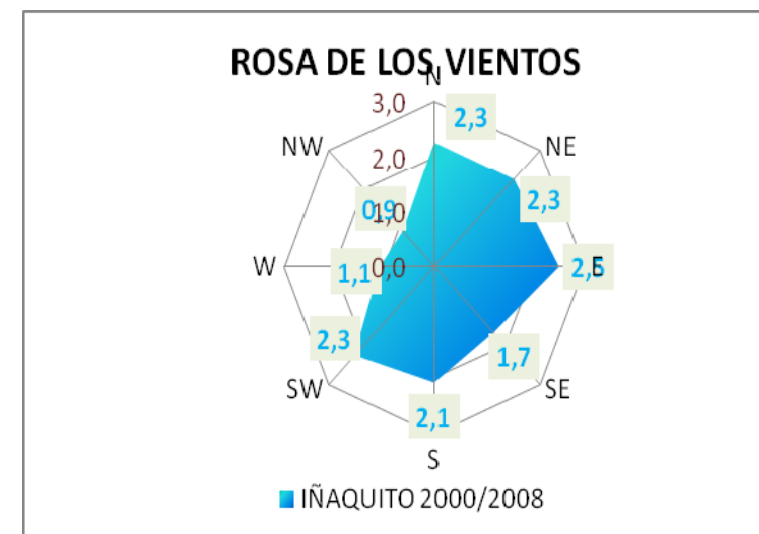
Para la mayor parte del periodo en estudio, los vientos dominantes soplan desde el norte con 1,1 m/s, noreste con una velocidad de 1,5 m/s, este con una velocidad de 1,6 m/s, sureste y sur con 1,3 m/s y hasta al suroeste 1,2 m/s, mientras que los vientos pocos dominantes provienen del oeste con 0,8 m/s hasta el noroeste con una velocidad de 0,6 m/s (ver Figura 7.25, mientras que en la estación meteorológica de Iñaquito los vientos son superiores (ver Figura 7.26).

Figura 7.25 Rosa de los vientos de Izobamba



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.26 Rosa de los vientos de Iñaquito



Fuente: Elaboración propia, 2011



Clasificación climática de Pichincha

La ciudad de Quito se ubica en un valle interandino, con una altitud que oscila entre los 2.850 msnm en los lugares llanos y los 3.100 msnm en los barrios más elevados. Está limitada por algunas estribaciones de la Cordillera de los Andes, al este por las lomas de Puengasí, Guanguiltagua e Itchimbía; así como también, la principal cadena montañosa perteneciente al volcán Pichincha, que encierra la urbe al oeste con sus tres diferentes elevaciones: Guagua Pichincha (4.794 msnm), Rucu Pichincha (4.698 msnm) y Cóndor Guachana.

Según la clasificación propuesta por Pourrut (1994), el clima de Quito corresponde al tipo Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo a húmedo y en sus partes más altas sería Ecuatorial Frío de alta montaña (Cuadro 7.8).

Cuadro 7.8 Tipos de clima en Quito

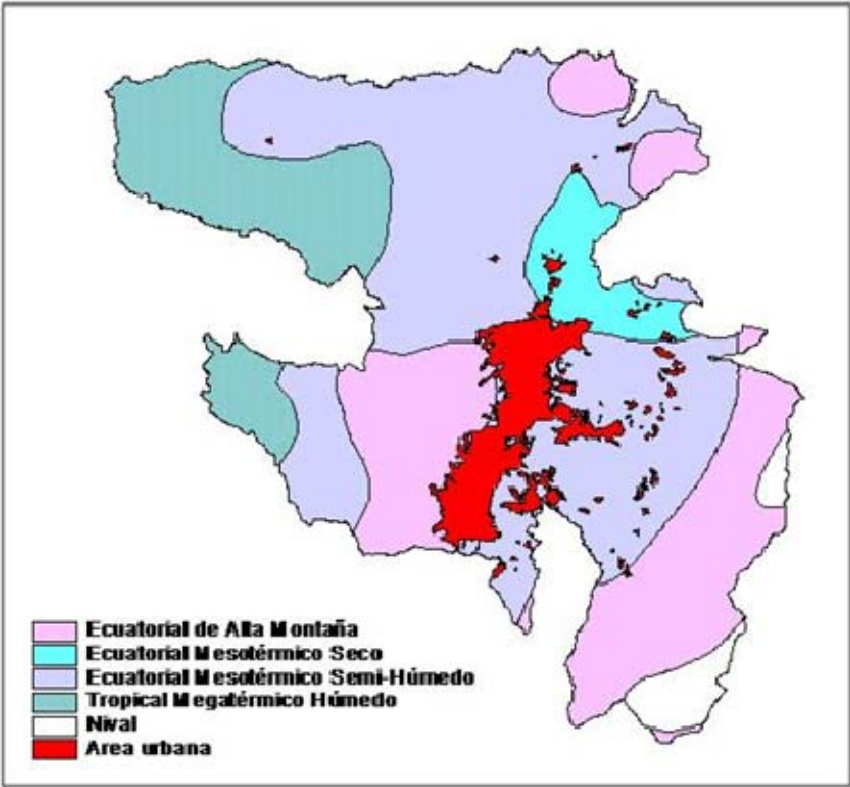
TIPOS DE CLIMA	ÁREA (ha)	%
Ecuatorial Frío de alta montaña	107.985	25,52
Ecuatorial Mesotérmico seco	22.086	5,22
Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo	215.079	50,83
Tropical Megatérmico húmedo	65.983	15,59
Nival	12.015	2,84
Total	423.149	100,00

Fuente: Dinaren, 2002

- 1) Tropical Megatérmico (>2.000 mm de precipitación)
- 2) Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo (600-2.000 mm de precipitación)
- 3) Ecuatorial Mesotérmico seco (<750 mm de precipitación)
- 4) Ecuatorial de alta montaña (750-2.000 mm de precipitación)

Existe un predominio del clima Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo. La parte montañosa hacia el occidente de la ciudad corresponde al clima Ecuatorial de alta montaña y hacia el nororiente existe una pequeña área con clima Ecuatorial Mesotérmico seco (ver Figura 7.27).

Figura 7.27 Tipos de clima en Quito



Fuente: Dinaren, 2002

Índices climáticos

El INAMHI, mediante el software FCLIMDEX, obtuvo índices climáticos, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

Para Quito, se puede apreciar el incremento de días muy húmedos y extremadamente húmedos, lo que hace referencia que para la región de análisis (Quito) simultáneamente el número de días secos consecutivos se incrementa, y a la vez esto ocurre con las lluvias extremas. Esto puede apuntar a conclusiones como las que se aprecian en general en otras partes del planeta, en la que se tiende a una disminución del número de días con precipitación, pero que cuando éstas ocurren, lo hacen en mayor cantidad (Figuras 7.28 a 7.30), mientras que de acuerdo a las Figuras 7.31 y 7.32 se aprecia un incremento de los días y noches cálidas.

Figura 7.28 Tendencias días secos consecutivos

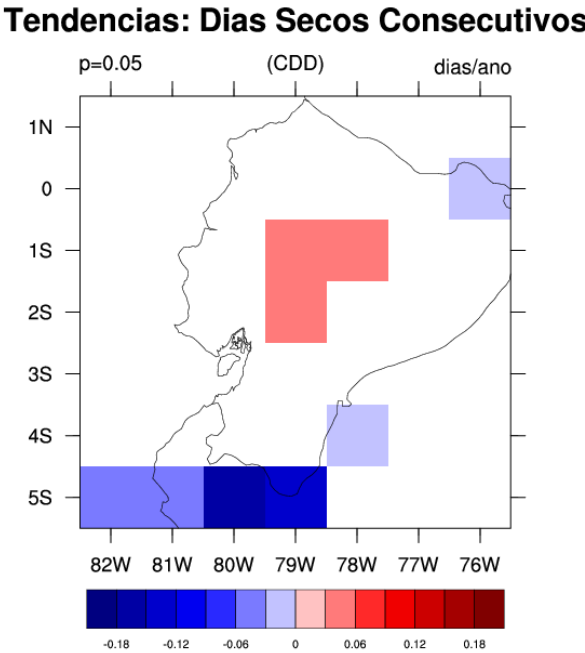


Figura 7.29 Tendencias días muy húmedos

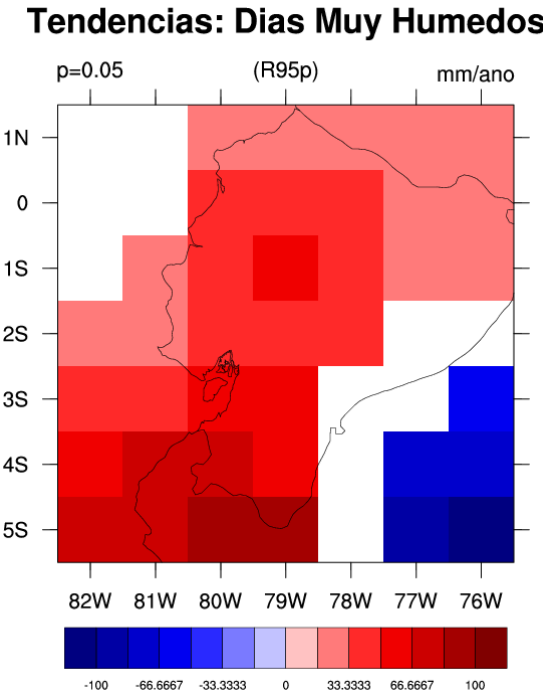


Figura 7.30 Tendencias días extremadamente húmedos

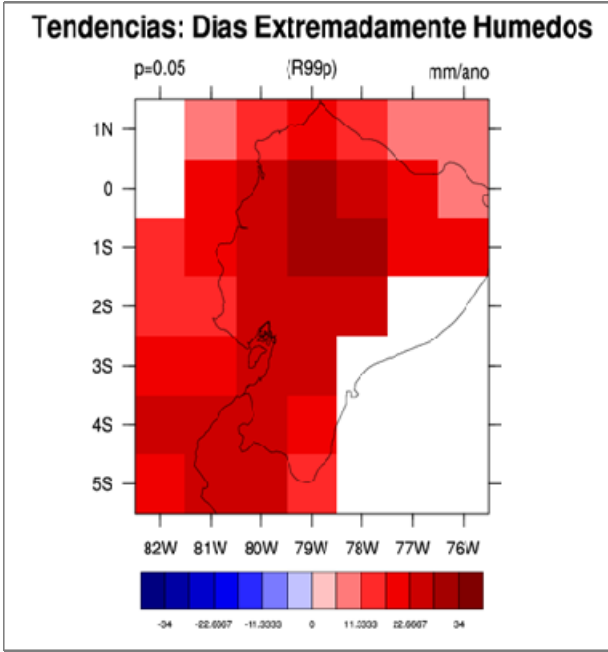


Figura 7.31 Tendencias días cálidos

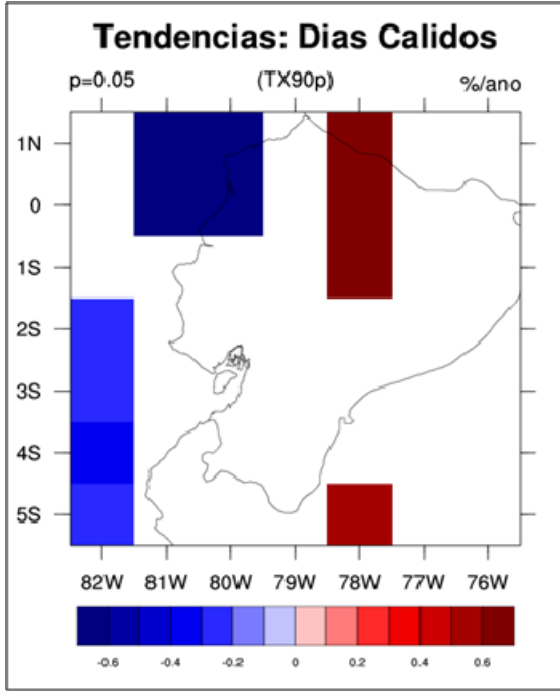
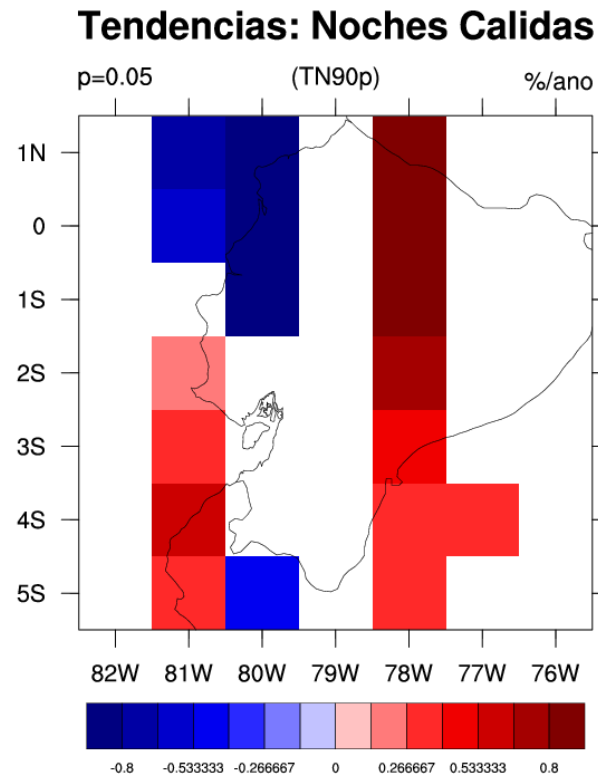


Figura 7.32 Tendencias noches cálidas



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

7.1.3. Suelos

Los suelos de la sierra ecuatoriana, y en particular los valles interandinos, en su mayoría, son fértiles, aptos para muchos tipos de cultivos; sin embargo, las pendientes presentan problemas de erosión.

Quito está ubicado sobre la hoya de Guayllabamba en las laderas orientales del estratovolcán activo Pichincha, en la parte occidental de los Andes. Casi todos los suelos originales del área metropolitana son de origen volcánico. En las áreas periféricas localizadas en las escarpas occidentales de las cadenas montañosas de la zona, los suelos dominantes son francos y pseudo arenosos de textura fina. Estos suelos tienen una retención de humedad extremadamente alta, pero no se consideran adecuados para uso agrícola debido a su localización en áreas muy empinadas.

Las zonas agrícolas más importantes del DMQ están localizadas en Puembo, Pifo, Yaruquí, Checa, Tumbaco, El Quinche, Amaguaña y Pintag. Predominan en estas áreas los suelos volcánicos negros profundos (>1 m) con alguna presencia de limo y un contenido de arcilla menor al 30%. También se encuentran suelos similares en las zonas de Lloa y Quito Sur.

Se observan muy altos niveles de erosión en toda el área metropolitana. Las cuencas de los ríos y las quebradas están especialmente afectadas, al igual que los suelos piroclásticos arenosos en Calacalí, Calderón, San Antonio y Pomasqui. Bajo las laderas de la escarpa occidental existe una capa dura de duripan (cangahua) a menos de un metro de profundidad, que a veces se expone por la erosión causada por la perturbación humana (IMQ, 1992c).

En muestreos de suelos realizados en el núcleo urbano se encontró que la textura del suelo es relativamente homogénea a lo largo de toda la ciudad. En su mayoría suelos francos con predominio de arenas. En muchos lugares también se encontró material artificial (por ejemplo escombros de construcciones) y la profundidad del suelo fue extremadamente variable.

El contenido de materia orgánica es bajo (menos de 2%) o intermedio (entre 2 y 4%), hay bajos niveles de nitrógeno y fósforo asimilables y los niveles de potasio son intermedios. El pH del suelo varió entre 6,4 y 8,0 (Gangotena et al, 1990).

Cobertura vegetal

El suelo del DMQ está conformado en su mayor porcentaje por coberturas vegetales, en razón de que se encuentra rodeado en la parte oriental y occidental por cordilleras que dan origen a una limitada área en la que se desarrolla el área urbana de Quito.

La principal causa de la pérdida de diversidad biológica es el crecimiento del área residencial, que constantemente se incrementa y en consecuencia demanda espacios adicionales, especialmente en las laderas del DMQ. Otro de los problemas más comunes es la deforestación provocada por prácticas agrícolas no sustentables así como por los procesos erosivos en las laderas.

Menos del 4% del área total de las zonas periféricas de Quito se considera urbanizado. Datos de la Dirección Municipal de Obras Públicas revelan que existen 36 parques públicos urbanos en la zona periurbana. Sin embargo, no se ha realizado ningún inventario de árboles u otras plantas en estos espacios, así que poco se conoce sobre el número, las especies y la condición de los árboles y otras plantas. Tampoco existe información sobre los árboles sembrados y cuidados en las calles, pero con frecuencia no se encuentran en el área periurbana. Una excepción son los parterres de los caminos de acceso y autopistas que llegan a algunas cabeceras cantonales, donde a ocasiones se han sembrado árboles y arbustos (Jiménez, 1995).

Clasificación

Los suelos son clasificados de acuerdo al sistema americano de Clasificación de Suelos denominado "Soil Taxonomy, USDA, 1975", adoptado en el país para el inventario del recurso suelo por parte del Pronareg.

Este sistema utiliza seis categorías, cada una de las cuales tiene sus propias características diferenciadoras, desde el nivel más alto al más bajo de generalización. Para efectos del presente estudio y en función de la



información cartográfica obtenida y de la escala de trabajo se definirán los primeros tres grupos: Orden, Suborden y Gran Grupo.

Orden, permite agrupar los suelos de acuerdo a los procesos de formación indicados por la presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico. Ejemplo. Mollisoles: suelos con epipedonmollico.

Suborden, indica una homogeneidad genética; es una subdivisión de los órdenes de acuerdo a la presencia o ausencia de propiedades asociadas con la humedad del suelo, material de partida dominante y efectos de la vegetación. Ejemplo: Udolls: suelos con epipedonmollico de áreas húmedas.

Gran Grupo, subdivisiones de los subórdenes de acuerdo con la clase, disposición de los horizontes, temperatura y humedad del suelo; presencia o ausencia de capas diagnosticadas, cangahua por ejemplo.

Ejemplo: Argiudolls: suelos con epipedonmollico sobre horizontes argílico; Duriudolls: suelos con epipedonmollico sobre cangahua; Tropofluvents: suelos no desarrollados de origen fluvial; de zonas tropicales; Ustipsamments: suelos arenosos no desarrollados, de áreas secas.

Ordenes

Orden Entisoles: son aquellos suelos que tienen muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogénicos. Hay muchas razones por las cuales no se han formado los horizontes; en muchos de los suelos el tiempo de desarrollo ha sido muy corto, otros se encuentran sobre fuertes pendientes sujetas a erosión y otros sobre planicies de inundación, condiciones que no permiten el desarrollo del suelo. Pero no todos los entisoles son suelos jóvenes, existen algunos que se han formado sobre materiales muy antiguos pero contienen arenas de cuarzo y otros minerales muy pobres que no forman horizontes sino con extrema lentitud.

Los entisoles de manera general se presentan en cualquier régimen climático. Suelen ocurrir sobre pendientes fuertes en las cuales la pérdida de suelo es más rápida que su formación o donde la acumulación de materiales es continua, tal es el caso de las llanuras aluviales, estuarios, dunas, etc., o sobre materiales frescos (lavas).

Las condiciones de poco espesor o desarrollo del suelo limitan su uso; los principales problemas para su aprovechamiento son la erosión, rocosidad, excesivos materiales gruesos, susceptibilidad a la inundación, saturación permanente de agua. Sin embargo, los entisoles fértiles de los aluviones y llanuras costeras, sirven de sustento a la agricultura intensiva como es el caso de los suelos del banano y cacao en la cuenca del Guayas.

Los subórdenes dentro de los entisoles se los define en función de su material de origen.

Orden Inceptisoles: Suelos que evidencian un incipiente desarrollo pedogénico, dando lugar a la acumulación de algunos horizontes alterados; los procesos de traslocación y acumulación pueden presentarse. Constituyen una etapa subsiguiente de evolución, en relación con los entisoles; sin embargo, son considerados inmaduros en su evolución.

Los inceptisoles ocurren en cualquier tipo de clima y se han originado a partir de diferentes materiales parentales (materiales resistentes o cenizas volcánicas); en porciones de relieve extremo, fuertes pendientes o depresiones o superficies geomorfológicas jóvenes.

La definición de los inceptisoles es inevitablemente complicada. Abarca suelos que son pobremente drenados a suelos bien drenados y, como ya se ha indicado, hay la presencia de algunos horizontes de diagnóstico; sin embargo, el perfil ideal de los inceptisoles incluiría una secuencia de un epipedonocrico sobre un horizonte cámbrico.

El uso de estos suelos es muy diverso y variado, las áreas en pendientes son apropiadas para la reforestación mientras que los suelos de depresiones con drenaje artificial pueden ser cultivados intensamente.

Dentro de este orden se identifican tres subórdenes caracterizados por la humedad, temperatura y mineralogía del suelo.

Orden Mollisoles: Los mollisoles son en su mayoría aquellos suelos de color negro; ricos en bases de cambio, muy comunes de las áreas originalmente de praderas que han dado lugar a la formación de un horizonte superior de gran espesor, oscuro, con abundantes materiales orgánicos y de consistencia y estructura favorable al desarrollo radicular (epipedonmollico), debiendo destacarse para ello la acción de microorganismos y lombrices.

En estos suelos pueden presentarse procesos de translocación de arcillas que permitirán la formación de un horizonte de iluviación o argílico. Los mollisoles se encuentran cubriendo áreas con regímenes climáticos secos o húmedos, cálidos y templados de la sierra y de la costa, y se encuentran actualmente bajo cultivos.

Orden Histosoles: Corresponden a los suelos compuestos principalmente por materia orgánica y en general se los conoce como turbas. Se encuentran saturados de agua, condición que impide la mineralización de los materiales orgánicos. Adicionalmente, las condiciones topográficas, en general cubetas y depresiones cerradas, tienden a favorecer su desarrollo al concentrar humedad en ellos.

Taxonomía

En el Cuadro 7.9 se incluye la taxonomía de los suelos presentes en el Cantón de Quito.



Cuadro 7.9 Clasificación taxonómica de los suelos presentes en el Cantón Quito

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO
ENTISOL	ORTHENT	USTORTHENT
		TROPORTHENT
		USTORTHENT
	Fluvent	Tropofluvent
	Psamment	Ustipsamment
Inceptisol	Andept	Dystrandept
		Cryandept
		Vitrandept
	Tropept	Dystropept
Mollisol	Udoll	Hapludoll
		Argiudoll
		Duriudoll
	Ustoll	Haplustoll
Histosol	Hemist	Trophemist

Fuente: Elaboración propia, 2011

Caracterización de los suelos

Para la descripción de las características de los suelos se utilizó la agrupación adoptada por el Pronareg, que considera los conjuntos y subconjuntos de suelos.

Conjunto de suelos: Representa macro divisiones que agrupan a los suelos de acuerdo al material de origen y proceso de formación, identificándolos con letras mayúsculas, por ejemplo: A.

Subconjunto de suelos: Subdivisiones dentro de cada conjunto de suelos, representados por medio de números o letras minúsculas. Por ejemplo, el conjunto de suelos D tiene varios subconjuntos D1, D2, D3, etc.

Los subconjuntos muestran diferencias especiales en las características de los suelos que pueden influir en el uso y manejo de los mismos, como: cambio textural, profundidad efectiva del suelo, variación en drenaje, en clima, toxicidad, etc.

Los subconjuntos además son utilizados como unidades taxonómicas (clasificación de suelos) y cartográficas, así un subconjunto representado por una sola sigla es considerado su presencia o pureza en más del 75% en el área, conformando una unidad simple, por ejemplo D2 (clasificados como Dystrandepts). Cuando en un mismo sitio o espacio geográfico se presentan dos subconjuntos o más, generalmente en iguales proporciones y que no pueden ser separados a la escala del estudio, conforman la denominada asociación de suelos o unidades compuestas, representadas con las siglas de sus componentes y separadas por un guión (-). Cuando la distribución de las unidades es indistinta o no uniforme se las separa con el signo (+). Ejemplo: D2–D3 o D3+Ed (clasificación Dystrandepts + Troporhents), respectivamente.

Conjunto de suelos A: Suelos muy ricos en materia orgánica -más del 30%-, poco meteorizada, con poco material mineral.

A1: Parte alta y baja de las cordilleras, relieve ligeramente ondulado y concavidades, altitud menor a 4.000 msnm, suelos orgánicos, francos, saturados con agua, mal drenados y pantanosos, de áreas frías a muy frías, superficiales, drenaje lento, inundabilidad permanente, capa freática superficial, pH ácido, fertilidad alta (Trophemits y/o Cryaquepts).

Conjunto de suelos C: Suelos arenosos a arcillosos, erosionados, poco a moderadamente profundos sobre capa de ceniza cementada (cangahua) a menos de 1 m de profundidad.

C1: Parte alta de las vertientes del callejón interandino, de relieve moderado a fuertemente ondulado en altitudes de 2.800 a 3.200 msnm. Suelos franco arcillo arenosos, poco profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido a neutro (6,6 a7,0), fertilidad media, de áreas húmedas (Duriudolls).

C2: Parte media de las vertientes del callejón interandino con relieve de moderado a fuertemente ondulado, altitudes de 2.800 a 3.600 msnm, suelos franco arcillo arenosos, poco a moderadamente profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido a neutro, fertilidad mediana, de áreas secas (Durustolls).

C3: Parte media y baja de las vertientes de la cordillera en contacto con el callejón interandino, relieve ligera a fuertemente ondulado, en altitudes de 2.400 a 3.200 msnm. Suelos arenosos sobre franco arcillo arenosos, superficiales a poco profundos, drenaje moderado, pH neutro (>7,0), fertilidad mediana, de áreas secas (Durustolls).

C5: Vertientes y partes bajas del callejón interandino, de relieve ondulado a fuertemente socavado en regímenes de humedad variables, generalmente seco a muy seco. Suelos severamente erosionados con la cangahua en superficie, arcillo arenosos, superficiales, drenaje lento, pH neutro, fertilidad baja (Ustorthents, Torriorthents).



Conjunto de suelos J: Suelos arenosos derivados de material volcánico (piroclásticos), poco meteorizados.

J1: Parte alta de la sierra cerca de los volcanes, con relieve ligeramente ondulado. Suelos erosionados, presencia de pómez, poco alterados desde la superficie, intercalado con capas de ceniza, gravas y piedras duras (lavas, escorias) (Udorthent).

J3: Parte baja del callejón interandino, relieve plano a ligeramente ondulado, altitud de 2.400 a 3.200 msnm. Suelos arenosos con menos de 1% de materia orgánica en un espesor de 0-20cm, profundos, drenaje excesivo, pH neutro, fertilidad muy baja, de áreas secas (Ustipsamments).

J6: Parte alta del callejón interandino con relieve moderado a fuertemente ondulado, altitud: 3.000 a 3.600 msnm. Suelo arenoso con más de 1% de materia orgánica de 0-20 cm, profundos, excesivo drenaje, pH ligeramente ácido (<6,0), fertilidad baja, de áreas húmedas (Vitrandepts).

J7: Parte media y baja de las vertientes y parte baja del callejón interandino, relieve plano a moderadamente ondulado, altitud 2.400-3.400 msnm. Suelos arenosos similares a J6 pero en áreas secas y pH neutro (Vitrandepts).

Conjunto de suelos H: Suelos negros de texturas francas a arenosas, derivados de materiales volcánicos (piroclásticos) con menos de 30% de arcilla en el primer metro y generalmente ricos en bases de cambio.

H3: Parte media y alta del callejón interandino; relieve moderado a fuertemente ondulado, en altitudes 2.800-3.400 msnm. Suelos negros, franco arenosos, profundos, drenaje bueno, pH ligeramente ácido, fertilidad alta, de áreas húmedas (Hapludolls).

H4: Parte baja y plana del callejón interandino, relieve moderado a fuertemente ondulado, altitud 2.800-3.600 msnm. Suelos negros, franco arenosos, profundos, drenaje bueno, pH neutro, fertilidad mediana, de áreas secas (Haplustolls).

H7: Parte alta de las vertientes del callejón interandino con relieve muy variable de moderado a muy fuerte en altitudes de 2.800-3.600 msnm. Suelos muy negros, francos, profundos, buen drenaje, pH neutro, fertilidad alta, de áreas húmedas (Hapludolls).

H8: Parte alta de las vertientes del callejón interandino con relieve ligeramente ondulado, altitud: 3.200-3.600 msnm. Suelos negros, franco, profundos, drenaje bueno, pH ligeramente ácido, fertilidad alta, de áreas húmedas (Eutrandepts).

H9: Partes altas de las vertientes al callejón interandino con relieve moderadamente ondulado. Altitud 2.800-3.600 msnm. Suelos negros, francos, profundos, drenaje bueno, pH ligeramente ácido, fertilidad alta, de áreas húmedas (Hapludolls).

H10: Parte media y baja de las vertientes del callejón interandino, relieve muy variado en altitudes de 2.400-3.200 msnm. Suelos negros, francos a franco arcilloso, ligero incremento del porcentaje de arcilla en profundidad, profundos, drenaje bueno, pH neutro, fertilidad alta, de áreas secas (Haplustolls a Argiustolls).

Conjunto de suelos D: Suelos derivados de cenizas volcánicas, alofánicos, con baja densidad aparente, francos a arenosos, gran capacidad de retención de agua. Muy negros en áreas frías a muy frías, negros en clima templado y presencia de horizonte amarillento de gran espesor en clima cálido.

D1: Partes altas de la sierra con relieves ligera a moderadamente ondulados, suelos arenosos de áreas húmedas o muy húmedas con retención de agua de 20% a 50% (Dystrandep).

D2: Sierra volcánica alta en altitudes hasta 3.600 msnm con relieve ligero y moderado a fuertemente ondulado y estribaciones occidentales de la Sierra de fuertes pendientes. Suelos negros o muy negros, francos, profundos, drenaje bueno, pH ácido, fertilidad baja, áreas húmedas, retención de humedad de 20% a 50% (Dystrandep y/o Cryandep).

D2+Rgd: Zonas generalmente deprimidas con relieves moderados muy disectados. Suelos con características de los suelos de la unidad D2 recubriendo localmente a suelos rojizo amarillentos, arcillosos (Dystrandep + Dystropeps).

D2+Ed: Flanco occidental de la cordillera de Los Andes con relieves altos de fuertes pendientes. Suelos similares a la unidad D2 pero con abundantes escombros y afloramientos rocosos (Dystrandep + Troporthents).

D2+Fpd: Terrazas colgantes de las cuencas deprimidas con suelos de la unidad D2 asociados a suelos aluviales, arenosos y pedregosos (Dystrandep + Tropofluents).

D3: Sierra volcánica alta en altitudes de 3.200 a 4.000 msnm y estribaciones orientales y occidentales de las cordilleras con relieve fuertemente ondulado. Suelos negros o muy negros, franco, profundo, drenaje bueno, pH ácido, fertilidad baja a mediana, de áreas húmedas, retención de humedad de 50% a 100% (Dystrandep y/o Cryandep).

D3+Rgd: Zonas generalmente deprimidas de relieve homogéneo moderado. Suelos similares a D3 recubriendo localmente a suelos rojizo amarillentos, arcillosos (Dystrandep + Dystropeps).

D3+Ed: Parte superior e inferior del flanco occidental de la cordillera de Los Andes, relieves generalmente altos con vertientes largas muy fuertes. Suelos similares a D3 pero con abundantes escombros y afloramientos rocosos, áreas cálido-húmedas (Dystrandep + Troporthents).

Conjunto de suelos M: Suelos derivados de materiales volcánicos de color negro o pardo, texturas franco arenosa a franco arcillo arenosa, incremento del porcentaje de arcilla en profundidad, ricos en bases de cambio. Se encuentran cubriendo regímenes climáticos secos o húmedos, cálidos y templados de la costa y sierra.



M3: Parte alta de la vertiente de contacto con el callejón interandino con relieve moderadamente ondulado, presencia de horizonte duro (cangahua) a menos de 1 m de profundidad, suelos arcillo arenosos, moderadamente profundos, drenaje moderado, pH ligeramente ácido, fertilidad mediana, de áreas húmedas (Argiudolls).

M5: Parte alta y media de las vertientes de contacto al callejón interandino de relieve ondulado a moderadamente ondulado, altitudes de 3.200-3.600 msnm. Suelos arcillo arenosos similar a M3 pero sin presencia del horizonte duro (Argiudolls).

Conjunto de suelos S o E: Suelos poco profundos, arenosos a arcillo arenosos, generalmente erosionados, sobre roca dura.

Exd: Abruptos circundantes de las terrazas colgantes. Suelos superficiales, franco arenosos, con abundantes afloramientos rocosos (Troporthents).

S1: Vertientes abruptas con fuertes pendientes de la cordillera Oriental, en altitudes de los 3.200 a 3.600 msnm, son áreas húmedas. Suelos superficiales, franco arenosos, sobre roca dura, drenaje variable de rápido a moderado, pH ligeramente ácido, fertilidad muy baja (Troporthents).

S2: Vertientes hacia el río Mira con pendientes fuertes cóncavo-convexas. Altitud: 1.600-2.000 msnm, suelos similares a S1 pero en áreas secas a muy secas (Ustorthents).

Exd: Abruptos circundantes de las terrazas colgantes. Suelos superficiales, franco arenosos, con muy abundantes afloramientos rocosos (Troporthents).

Conjunto de suelos T o F: Suelos de origen aluvial, de texturas variables y distribución irregular del contenido de materia orgánica.

Frd: Terraza media del río Blanco y terrazas bajas y cauces actuales de divagación de relieve plano, áreas húmedas. Suelos con superposición de capas de diferente textura generalmente arenosa o arenosa y limosas, profundos, drenaje excesivo, pH ligeramente ácido, fertilidad baja, localmente sujetas a inundación con capa freática moderadamente profunda (Tropofluvents).

Calidad de los suelos

Criterios metodológicos

A los fines de este estudio se realizó un muestreo superficial de suelos a lo largo del trayecto propuesto para el Metro de Quito, tomándose muestras representativas en cada una de las estaciones. El muestreo se llevó a cabo en el mes de noviembre de 2011.

La metodología de muestreo fue la toma directa en sitios representativos, donde se retiró el material vegetativo, piedras y otros elementos extraños, con la ayuda de una pala, se excavó un hoyo de 20x20x20 cm para proceder a la toma de muestra del horizonte A. El peso de la misma fue de aproximadamente 2 kg.

La ubicación y descripción de los sitios de muestreo de suelos se encuentran detallados en el Cuadro 7.10, que incluye las coordenadas de ubicación, sitio, identificación de las muestras y las características observadas tales como cobertura vegetal, color, olor, textura, estructuras, entre otros; así como la posible identificación evidente por medio de la vista, olor y tacto de potenciales afectaciones existentes en los suelos evaluados.

Cuadro 7.10 Sitios de muestreo de suelos

No. Muestra	Nombre de la muestra	Nombre de la Estación	Ubicación		Altura msnm	Descripción del Sitio
			Norte	Este		
1	ME0S1	Quitumbe Cocheras	9967434	771808	2944	Terreno baldío, afueras del Terminal Terrestre Quitumbe en la Av. Mariscal Sucre. Suelo café oscuro, en la superficie césped, suelo húmedo.
2	ME1S2	Quitumbe	9966874	771829	2953	Junto a la Quebrada Shanshayacu en la Av. Mariscal Sucre y Av. Cóndor Ñan, junto al Terminal Terrestre Quitumbe. Suelo color café claro, seco de consistencia dura, a su alrededor pasto y césped.
3	ME2S3	Morán Valverde	9968962	772816	2904	Cancha deportiva en la Av. Morán Valverde y Rumichaca esquina. Suelo de color café claro poco húmedo, en la superficie césped y pastizal.
4	ME3S4	Solanda	9970550	774118	2870	Cancha deportiva en la calle José María Alemán y Simón Guerra junto a la Escuela de Alto Rendimiento Militar. Suelo café claro, seco, alrededor parqueaderos y césped.
5	ME4S5	Calzado	9971332	774416	2845	Canchas deportivas barriales ubicadas en el parterre de la Av. Cardenal de la Torre. Suelo de color café claro, seco y de consistencia dura.
6	ME9S6	El Ejido	9976727	778217	2840	Parque Recreativo El Ejido en la Av. 10 de Agosto y calle Tarqui esquina. Suelo húmedo, a su alrededor césped con poca vegetación.
7	ME9S7	El Ejido	9976944	778489	2824	Parque Recreativo El Ejido en la Av. Patria, junto al Centro de Promoción Artístico y juegos infantiles. Suelo de color café claro, húmedo rodeado de vegetación.



No. Muestra	Nombre de la muestra	Nombre de la Estación	Ubicación		Altura msnm	Descripción del Sitio
			Norte	Este		
8	ME9S8	El Ejido	9976772	778552	2807	Parque Recreativo El Ejido en la Av. 6 de Diciembre, frente a la Casa de la Cultura. Suelo de color café claro de consistencia suave, en la superficie césped.
9	ME10S9	Universidad Central	9978010	778144	2795	Área verde dentro de la periferia de la Universidad Central del Ecuador, frente a la Facultad de Jurisprudencia en la Av. América. Suelo café oscuro en la superficie césped y alrededor pocos árboles.
10	ME12S10	La Carolina	9978981	779852	2802	Área verde Parque Recreativo La Carolina en la Av. Eloy Alfaro y Av. República a 100 m de la campana de la paz. Suelo cubierto de césped, de color café oscuro.
11	ME12S11	La Carolina	9979156	779847	2808	Área verde Parque Recreativo La Carolina en la Av. República, entre Amazonas y Av. Eloy Alfaro, aproximadamente a 100 m de la laguna. Suelo cubierto de capa vegetal a su alrededor árboles, suelo de color café oscuro.
12	ME13S12	Iñaquito	9979933	780024	2797	Área verde, zona central del Parque Recreativo La Carolina, diagonal al Centro de Exposiciones Quito. Suelo de color café oscuro humedecido por la lluvia.
13	ME13S13	Iñaquito	9980430	780102	2793	Área verde en la calle Japón y Av. Naciones Unidas detrás del CCNU. Suelo con poca cobertura vegetal, seco, de consistencia blanda, café oscuro.
14	MEUS14	Escombreras	9978823	780337	2775	Entrada al túnel Guayasamín en la Av. 6 de Diciembre y Juan Severino, frente al Sistema de Transporte Ecovía. Suelo de color café oscuro, húmedo, en la superficie césped y árboles.

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo, noviembre 2011

La ubicación de las muestras se presenta en el Anexo Mapa Muestreo de suelos y las fotos de las tomas de muestras en el Anexo 3 Fotos.

Los parámetros de análisis se presentan en el Cuadro 7.11.

Cuadro 7.11 Parámetros de análisis de suelos

Parámetro	Expresado en
Textura	
Porcentaje de Arcilla	%
Porcentaje de Limo	%
Porcentaje de Arena	%
Materia Orgánica	%
pH	UpH
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm
Aceite y Grasas	mg/kg
Hidrocarburos totales	mg/kg
Potasio disponible	mg/kg
Nitrato	mg/kg
Fosfato	mg/kg
Amonio	mg/kg
Aluminio	mg/kg
Arsénico	mg/kg
Azufre	mg/kg
Calcio	mg/kg
Cromo VI	mg/kg
Hierro	mg/kg
Magnesio	mg/kg
Manganeso	mg/kg
Mercurio	mg/kg
Níquel	mg/kg
Plomo	mg/kg
Sodio	mg/kg
Zinc	mg/kg

Fuente: Laboratorio Eismaster, 2011



Resultados

Los resultados de los análisis de suelo se presentan en el Cuadro 7.12 y en el Anexo 4 Resultados de Laboratorio.

Cuadro 7.12 Resultados del análisis de suelos

Parámetros	Expresado en	ME0S1	ME1S2	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Textura					
Porcentaje de Arcilla	%	24,07	22,07	---	MÉTODO DE LA PIPETA
Porcentaje de Limo	%	24	28	---	
Porcentaje de Arena	%	51,93	49,93	---	
Tipo de Suelo	---	Franco arcilloso arenoso	Franco	---	
Materia Orgánica	%	3,6	3,12	---	HACH Method 8097
pH	UpH	6,67	6,61	6 a 8	PEE/EIS/27
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	71,62	88,18	2	PEE/EIS/15
Aceite y Grasas	mg/kg	No detectable	No detectable	---	Gravimétrico
Hidrocarburos totales	mg/kg	0,13	0,13	---	EPA 418.1
Potasio disponible	mg/kg	75	97	---	EPA 3050 AI Y 7610
Nitrato	mg/kg	45,5	24,88	---	Colorimétrico HACH
Fosfato	mg/kg	3,56	2,227	---	APHA 4500-P E
Amonio	mg/kg	228	63	---	Calorimétrico HACH
Aluminio	mg/kg	1608	1161	---	EPA 3050 A Y 7020
Arsénico	mg/kg	0,1107	0,0732	5	EPA 3050 A 3061 A
Azufre	mg/kg	23,3	66,6	250	Oxidación y turbidímetro
Calcio	mg/kg	346	403	---	EPA 3050 A y 3061 A
Cromo VI	mg/kg	17,38	0,75	2,5	Extracción APA 7190

Parámetros	Expresado en	ME0S1	ME1S2	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Hierro	mg/kg	241,8	28,6	---	APHA 3500 Fe B
Magnesio	mg/kg	75	85	---	EPA 3050 y 7470 A
Manganeso	mg/kg	9,15	0,1	---	APHA 3500 Mn
Mercurio	mg/kg	0,023	0,0135	0,1	EPA 3050 y 7470 A
Níquel	mg/kg	30,40	29,76	20	PEE/EIS/28
Plomo	mg/kg	0,5	0,5	25	PEE/EIS/27
Sodio	mg/kg	60	32,5	---	EPA 3050 A y 7770
Zinc	mg/kg	0,91	7,5	60	APHA 3500 Zn

Parámetros	Expresado en	ME2S3	ME3S4	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Textura					
Porcentaje de Arcilla	%	16,07	9,07	---	MÉTODO DE LA PIPETA
Porcentaje de Limo	%	32	37,07	---	
Porcentaje de Arena	%	51,93	53,86	---	
Tipo de Suelo	---	Franco	Franco	---	
Materia Orgánica	%	---	4,83	---	HACH Method 8097
pH	UpH	5,98	6,46	6 a 8	PEE/EIS/27
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	83,1x10 ⁻⁴	34,4x10 ⁻⁴	2	PEE/EIS/15
Aceite y Grasas	mg/kg	No detectable	No detectable	---	Gravimétrico
Hidrocarburos totales	mg/kg	0,13	0,11	---	EPA 418.1
Potasio disponible	mg/kg	100	83	---	EPA 3050 AI Y 7610
Nitrato	mg/kg	22,3	18,4	---	Colorimétrico HACH
Fosfato	mg/kg	2,51	2,147	---	APHA 4500-P E



Parámetros	Expresado en	ME2S3	ME3S4	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Amonio	mg/kg	63	47,5	---	Calorimétrico HACH
Aluminio	mg/kg	1008	1303	---	EPA 3050 A Y 7020
Arsénico	mg/kg	0,0693	0,06531	5	EPA 3050 A 3061 A
Azufre	mg/kg	63,3	23,3	250	Oxidación y turbidímetro
Calcio	mg/kg	383	274	---	EPA 3050 A y 3061 A
Cromo VI	mg/kg	3,72	3,28	2,5	Extracción APA 7190
Hierro	mg/kg	107,8	38,4	---	APHA 3500 Fe B
Magnesio	mg/kg	100	100	---	EPA 3050 y 7470 A
Manganeso	mg/kg	<0,01	<0,01	---	APHA 3500 Mn
Mercurio	mg/kg	0,0169	0,0133	0,1	EPA 3050 y 7470 A
Níquel	mg/kg	24,74	23,36	20	PEE/EIS/28
Plomo	mg/kg	<0,5	<0,5	25	PEE/EIS/27
Sodio	mg/kg	34	37,5	---	EPA 3050 A y 7770
Zinc	mg/kg	3,1	0,64	60	APHA 3500 Zn

Parámetros	Expresado en	ME4S5	ME9S6	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Textura					MÉTODO DE LA PIPETA
Porcentaje de Arcilla	%	20,14	14,07	---	
Porcentaje de Limo	%	26	28	---	
Porcentaje de Arena	%	53,86	14,07	---	
Tipo de Suelo	---	Franco Arenoso	Franco Arenoso	---	
Materia Orgánica	%	3,93	3,53	---	HACH Method 8097

Parámetros	Expresado en	ME4S5	ME9S6	Límite máximo permisible	METODOS
pH	UpH	6,35	6,33	6 a 8	PEE/EIS/27
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	16,74x10 ⁻⁴	59,4x10 ⁻⁴	2	PEE/EIS/15
Aceite y Grasas	mg/kg	No detectable	No detectable	---	Gravimétrico
Hidrocarburos totales	mg/kg	0,09	0,05	---	EPA 418.1
Potasio disponible	mg/kg	78	104	---	EPA 3050 AI Y 7610
Nitrato	mg/kg	14,7	21,5	---	Colorimétrico HACH
Fosfato	mg/kg	2,433	2,360	---	APHA 4500-P E
Amonio	mg/kg	50,1	39,8	---	Calorimétrico HACH
Aluminio	mg/kg	1006	1112	---	EPA 3050 A Y 7020
Arsénico	mg/kg	0,06431	0,0566	5	EPA 3050 A 3061 A
Azufre	mg/kg	56,6	76,6	250	Oxidación y turbidímetro
Calcio	mg/kg	295	299	---	EPA 3050 A y 3061 A
Cromo VI	mg/kg	5,73	2,81	2,5	Extracción APA 7190
Hierro	mg/kg	2,433	190,6	---	APHA 3500 Fe B
Magnesio	mg/kg	95	95	---	EPA 3050 y 7470 A
Manganeso	mg/kg	13,66	<0,01	---	APHA 3500 Mn
Mercurio	mg/kg	0,00702	0,0208	0,1	EPA 3050 y 7470 A
Níquel	mg/kg	39,69	52,22	20	PEE/EIS/28
Plomo	mg/kg	<0,5	<0,5	25	PEE/EIS/27
Sodio	mg/kg	28,5	29,5	---	EPA 3050 A y 7770
Zinc	mg/kg	4,1	4,7	60	APHA 3500 Zn



Parámetros	Expresado en	ME9S7	ME9S8	Límite máximo permisible	METODOS
Textura					MÉTODO DE LA PIPETA
Porcentaje de Arcilla	%	8	10	---	
Porcentaje de Limo	%	36	22	---	
Porcentaje de Arena	%	56	68	---	
Tipo de Suelo	---	Franco Arenoso	Franco Arenoso	---	
Materia Orgánica	%	3,76	<0,1	---	HACH Method 8097
pH	UpH	6,12	6,64	6 a 8	PEE/EIS/27
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	33,86	74,57	2	PEE/EIS/15
Aceite y Grasas	mg/kg	No detectable	No detectable	---	Gravimétrico
Hidrocarburos totales	mg/kg	0	<0,01	---	EPA 418.1
Potasio disponible	mg/kg	93	105	---	EPA 3050 AI Y 7610
Nitrato	mg/kg	13	8,65	---	Colorimétrico HACH
Fosfato	mg/kg	86,7	2,718	---	APHA 4500-P E
Amonio	mg/kg	32,1	160,7	---	Calorimétrico HACH
Aluminio	mg/kg	1010	1144	---	EPA 3050 A Y 7020
Arsénico	mg/kg	32,1	0,1076	5	EPA 3050 A 3061 A
Azufre	mg/kg	76,6	<23,3	250	Oxidación y turbidímetro
Calcio	mg/kg	228	178	---	EPA 3050 A y 3061 A
Cromo VI	mg/kg	2,18	<0,01	2,5	Extracción APA 7190
Hierro	mg/kg	86,7	64,6	---	APHA 3500 Fe B
Magnesio	mg/kg	70	105	---	EPA 3050 y 7470 A
Manganeso	mg/kg	<0,01	11,81	---	APHA 3500 Mn
Mercurio	mg/kg	0,01404	0,0172	0,1	EPA 3050 y 7470 A

Parámetros	Expresado en	ME9S7	ME9S8	Límite máximo permisible	METODOS
Níquel	mg/kg	34,69	32,49	20	PEE/EIS/28
Plomo	mg/kg	<0,5	<0,5	25	PEE/EIS/27
Sodio	mg/kg	23,5	30,5	---	EPA 3050 A y 7770
Zinc	mg/kg	3,64	<0,01	60	APHA 3500 Zn

Parámetros	Expresado en	ME10S9	ME12S10	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Textura					MÉTODO DE LA PIPETA
Porcentaje de Arcilla	%	20,14	8,14	---	
Porcentaje de Limo	%	26	26	---	
Porcentaje de Arena	%	53,86	65,86	---	
Tipo de Suelo	---	Franco Arenoso	Franco Arenoso	---	
Materia Orgánica	%	1,29	2,69	---	HACH Method 8097
pH	UpH	6,88	8,41	6 a 8	PEE/EIS/27
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	30,06x10 ⁻⁴	70,6 x10 ⁻⁴	2	PEE/EIS/15
Aceite y Grasas	mg/kg	No detectable	No detectable	---	Gravimétrico
Hidrocarburos totales	mg/kg	0,12	0,13	---	EPA 418.1
Potasio disponible	mg/kg	84	109	---	EPA 3050 AI Y 7610
Nitrato	mg/kg	12,9	17,9	---	Colorimétrico HACH
Fosfato	mg/kg	3,667	2,154	---	APHA 4500-P E
Amonio	mg/kg	217,3	37,3	---	Calorimétrico HACH
Aluminio	mg/kg	2035	1583	---	EPA 3050 A Y 7020
Arsénico	mg/kg	0,1232	0,06438	5	EPA 3050 A 3061 A



Parámetros	Expresado en	ME10S9	ME12S10	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Azufre	mg/kg	<23,3	56,6	250	Oxidación y turbidímetro
Calcio	mg/kg	326	1875	---	EPA 3050 A y 3061 A
Cromo VI	mg/kg	0,82	2,42	2,5	Extracción APA 7190
Hierro	mg/kg	116,8	106,8	---	APHA 3500 Fe B
Magnesio	mg/kg	115	110	---	EPA 3050 y 7470 A
Manganeso	mg/kg	8,17	<0,01	---	APHA 3500 Mn
Mercurio	mg/kg	0,01196	0,02176	0,1	EPA 3050 y 7470 A
Níquel	mg/kg	43,68	49,09	20	PEE/EIS/28
Plomo	mg/kg	<0,5	<0,5	25	PEE/EIS/27
Sodio	mg/kg	48	39,5	---	EPA 3050 A y 7770
Zinc	mg/kg	0,82	0,82	60	APHA 3500 Zn

Parámetros	Expresado en	ME12S11	ME13S12	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Textura					MÉTODO DE LA PIPETA
Porcentaje de Arcilla	%	12,14	6	---	
Porcentaje de Limo	%	20	36	---	
Porcentaje de Arena	%	67,86	58	---	
Tipo de Suelo	---	Franco Arenoso	Franco Arenoso	---	
Materia Orgánica	%	0,74	1,76	---	HACH Method 8097
pH	UpH	7,42	6,59	6 a 8	PEE/EIS/27
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	22,4x10 ⁻⁴	34,8 x10 ⁻⁴	2	PEE/EIS/15
Aceite y Grasas	mg/kg	No detectable	No detectable	---	Gravimétrico

Parámetros	Expresado en	ME12S11	ME13S12	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Hidrocarburos totales	mg/kg	0	0,15	---	EPA 418.1
Potasio disponible	mg/kg	98	107	---	EPA 3050 AI Y 7610
Nitrato	mg/kg	12,35	25,9	---	Colorimétrico HACH
Fosfato	mg/kg	4,536	2,353	---	APHA 4500-P E
Amonio	mg/kg	111,9	56,6	---	Calorimétrico HACH
Aluminio	mg/kg	1261	953	---	EPA 3050 A Y 7020
Arsénico	mg/kg	0,1218	0,04437	5	EPA 3050 A 3061 A
Azufre	mg/kg	<23,3	83,3	250	Oxidación y turbidímetro
Calcio	mg/kg	351	319	---	EPA 3050 A y 3061 A
Cromo VI	mg/kg	5,31	5,7	2,5	Extracción APA 7190
Hierro	mg/kg	49,3	178,5	---	APHA 3500 Fe B
Magnesio	mg/kg	90	95	---	EPA 3050 y 7470 A
Manganeso	mg/kg	<0,01	<0,01	---	APHA 3500 Mn
Mercurio	mg/kg	0,01198	0,01472	0,1	EPA 3050 y 7470 A
Níquel	mg/kg	38,2	38,18	20	PEE/EIS/28
Plomo	mg/kg	46,45	69,04	25	PEE/EIS/27
Sodio	mg/kg	35,5	29	---	EPA 3050 A y 7770
Zinc	mg/kg	0,66	4,07	60	APHA 3500 Zn

Parámetros	Expresado en	ME13S13	MEUS14	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Textura					MÉTODO DE LA PIPETA
Porcentaje de Arcilla	%	8,72	6,72	---	



Parámetros	Expresado en	ME13S13	MEUS14	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Porcentaje de Limo	%	14	30	---	
Porcentaje de Arena	%	77,28	63,28	---	
Tipo de Suelo	---	Franco Arenoso	Franco Arenoso	---	
Materia Orgánica	%	3,39	3,6	---	HACH Method 8097
pH	UpH	8,31	6,83	6 a 8	PEE/EIS/27
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	57,4x10 ⁻⁴	37,26 x10 ⁻⁴	2	PEE/EIS/15
Aceite y Grasas	mg/kg	No detectable	No detectable	---	Gravimétrico
Hidrocarburos totales	mg/kg	0,09	0,12	---	EPA 418.1
Potasio disponible	mg/kg	104	96	---	EPA 3050 AI Y 7610
Nitrato	mg/kg	19,6	20	---	Colorimétrico HACH
Fosfato	mg/kg	2,194	2,161	---	APHA 4500-P E
Amonio	mg/kg	29,6	34,7	---	Calorimétrico HACH
Aluminio	mg/kg	964	1002	---	EPA 3050 A Y 7020
Arsénico	mg/kg	0,045	0,04618	5	EPA 3050 A 3061 A
Azufre	mg/kg	<23,3	33,3	250	Oxidación y turbidímetro
Calcio	mg/kg	1395	240	---	EPA 3050 A y 3061 A
Cromo VI	mg/kg	4,28	5,29	2,5	Extracción APA 7190
Hierro	mg/kg	203,9	50,9	---	APHA 3500 Fe B
Magnesio	mg/kg	85	75	---	EPA 3050 y 7470 A
Manganeso	mg/kg	8,57	<0,01	---	APHA 3500 Mn
Mercurio	mg/kg	0,0076	0,0954	0,1	EPA 3050 y 7470 A
Níquel	mg/kg	39,47	46,46	20	PEE/EIS/28
Plomo	mg/kg	<0,5	<0,5	25	PEE/EIS/27

Parámetros	Expresado en	ME13S13	MEUS14	Límite máximo permisible	MÉTODOS
Sodio	mg/kg	34	30,5	---	EPA 3050 A y 7770
Zinc	mg/kg	<0,01	<0,01	60	APHA 3500 Zn

Fuente: Resultados del Laboratorio Eismaster, 2012

*Límites máximos permisibles de acuerdo al Texto Unificado de la Legislación Ambiental, Libro VI, Anexo 1 (Tabla 2 Criterios de Calidad de Suelo).

Interpretación de resultados

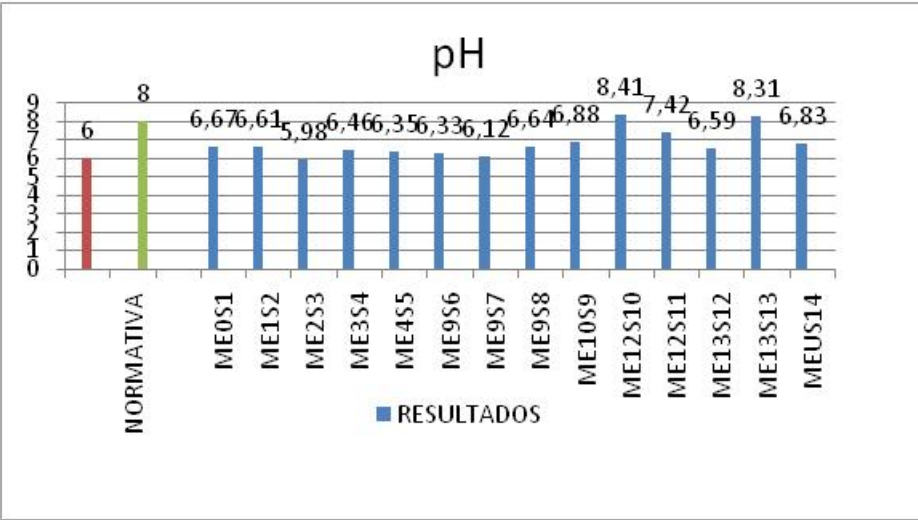
El análisis de resultados se realizó en comparación con los límites máximos permisibles del Texto Unificado de la Legislación Secundaria de Medio Ambiente que rige a nivel del Distrito Metropolitano de Quito y del Ecuador.

De los veinticuatro parámetros procesados en el laboratorio, solo nueve son comparables con la normativa del TULAS.

pH

Como se puede observar en la Figura 7.33 las muestras que superan el límite máximo permisible son las ME12S10 y ME13S13.

Figura 7.33 pH - Potencial hidrógeno



Fuente: Elaboración propia, 2012

ME12S10, corresponde a la muestra tomada en el Parque Recreativo La Carolina, en la Av. Eloy Alfaro y Av. República a 100 m de la campana de la paz, suelo cubierto de capa vegetal (césped), de color café oscuro, su pH se debe a la composición y textura que presenta el suelo; en este caso la muestra tiene un porcentaje de 8,14%

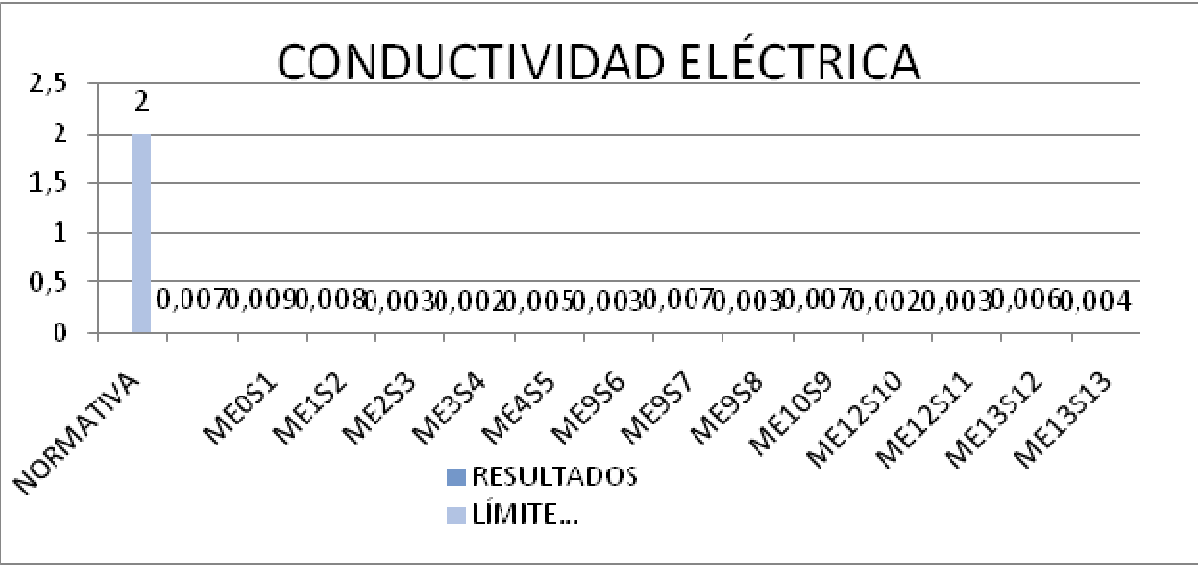
de arcilla lo que influye en cierta medida, también se debe a la baja y lenta permeabilidad, y la presencia de sodio de 39,5 mg/kg, lo cual también influye en un suelo levemente alcalino.

ME13S13, corresponde a la muestra tomada en la Estación Iñaquito, en un área verde, zona central del Parque Recreativo La Carolina, diagonal al Centro de Exposiciones Quito, suelo de color café oscuro humedecido por la lluvia, el resultado se debe a la composición y textura que presenta el suelo, con un 8,72% de arcilla, también se debe a la baja capacidad de infiltración y lenta permeabilidad y la presencia de sodio de 34 mg/kg lo cual también influye en un suelo levemente alcalino.

Conductividad eléctrica

Como se puede observar en la Figura 7.34 los resultados de la conductividad eléctrica en todas las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles.

Figura 7.34 Conductividad eléctrica

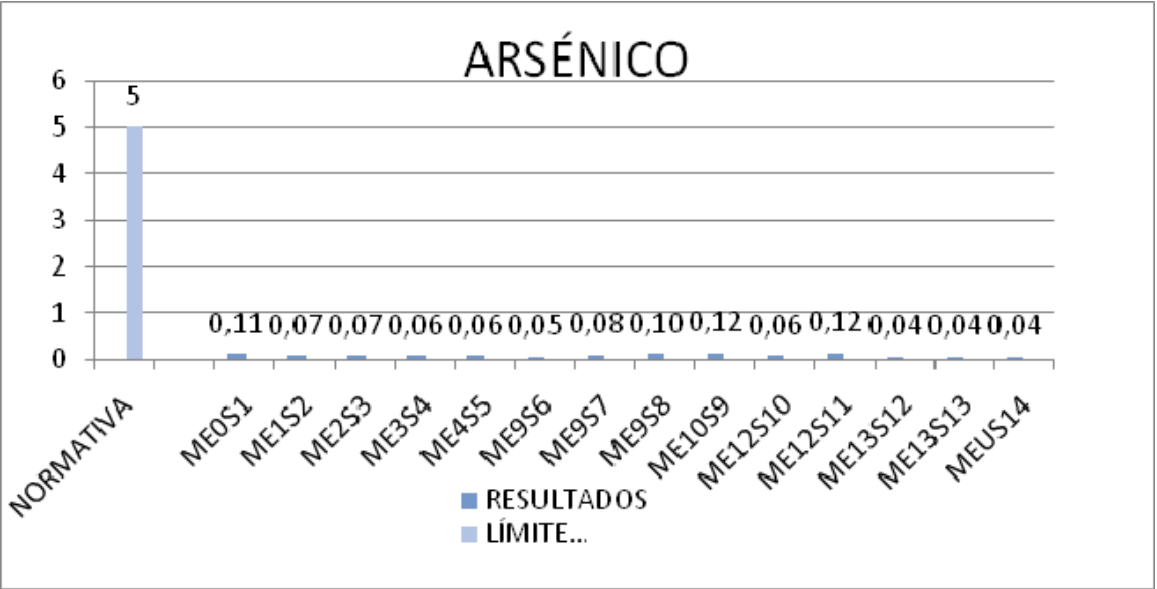


Fuente: Elaboración propia, 2012

Arsénico y Azufre

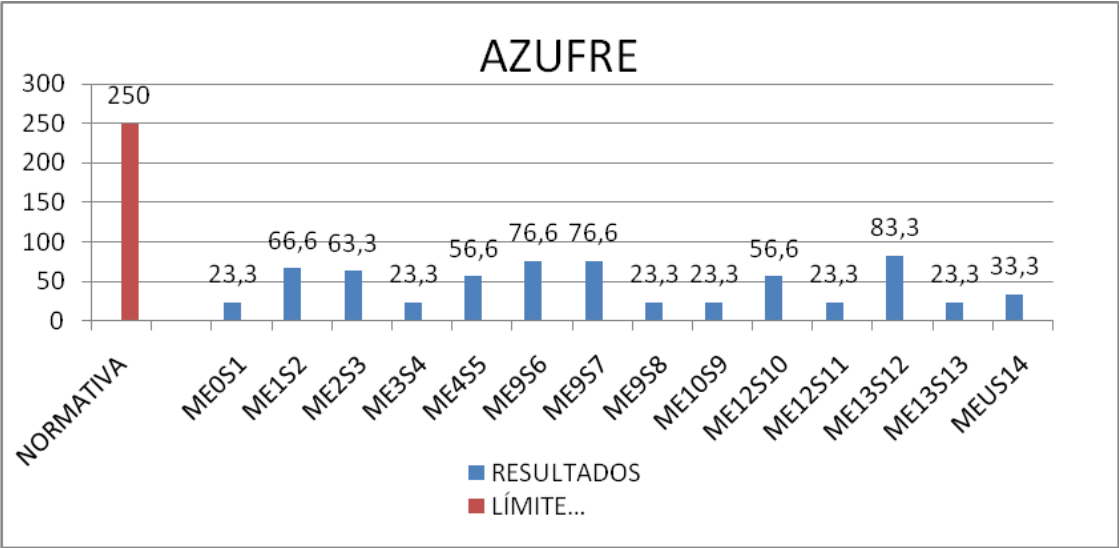
Las Figuras 7.35y 7.36 muestran los resultados de presencia de arsénico y azufre , concluyéndose que ninguna sobrepasa el límite máximo permisible establecido en la normativa.

Figura 7.35 Arsénico



Fuente: Elaboración propia, 2012

Figura 7.36 Azufre

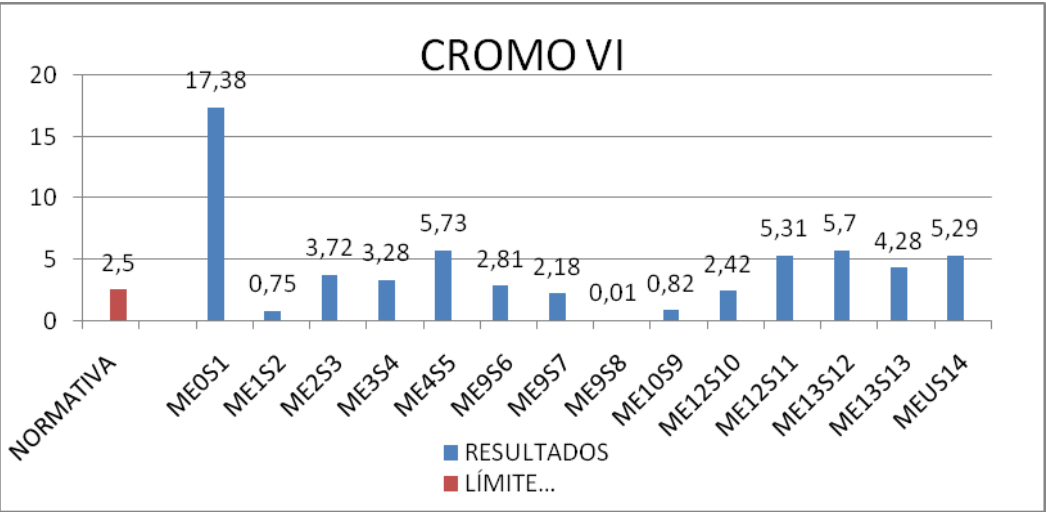


Fuente: Elaboración propia, 2012

Cromo hexavalente

Según se muestra en la Figura 7.37 existen siete muestras que sobrepasan el límite permisible y son: ME0S1, ME2S3, ME3S4, ME4S5, ME12S11, ME13S12, ME13S13, MEUS14.

Figura 7.37 Cromo hexavalente – Cromo VI



Fuente: Elaboración propia, 2012

ME0S1 corresponde a la muestra tomada en el sitio previsto para las cocheras, en un terreno baldío, en las afueras del Terminal Terrestre Quitumbe, Av. Mariscal Sucre. Suelo café oscuro, en la superficie césped, suelo húmedo.

ME2S3 corresponde a la muestra tomada en la Estación Morán Valverde en una cancha deportiva en la Av. Morán Valverde esquina con Rumichaca. Suelo color café claro, poco húmedo, en la superficie césped y pastizal.

ME3S4 corresponde a la muestra tomada en la Estación Solanda en una cancha deportiva, en la calle José María Alemán y Simón Guerra junto a la Escuela de Alto Rendimiento Militar. Suelo café claro, seco, alrededor parqueaderos y césped.

ME4S5 corresponde a la muestra tomada en la Estación El Calzado, en las canchas deportivas barriales ubicadas en el parterre de la Av. Cardenal de la Torre. Suelo de color café claro, seco y de consistencia dura.

ME12S11 corresponde a la muestra tomada en la Estación La Carolina en un área verde del Parque Recreativo la Carolina, en la Av. República entre Amazonas y Av. Eloy Alfaro, aproximadamente a 100 m de la laguna. Suelo cubierto de capa vegetal, a su alrededor árboles, suelo de color café oscuro.

ME13S12 corresponde a la muestra tomada en la Estación Iñaquito, en un área verde, zona central del Parque Recreativo La Carolina, diagonal al Centro de Exposiciones Quito. Suelo de color café oscuro humedecido por la lluvia.

ME13S13 corresponde a la muestra tomada en la Estación Iñaquito en un área verde en la calle Japón y Av. Naciones Unidas tras del CCNU. Suelo con poca cobertura vegetal, seco, de consistencia blanda, café oscuro.

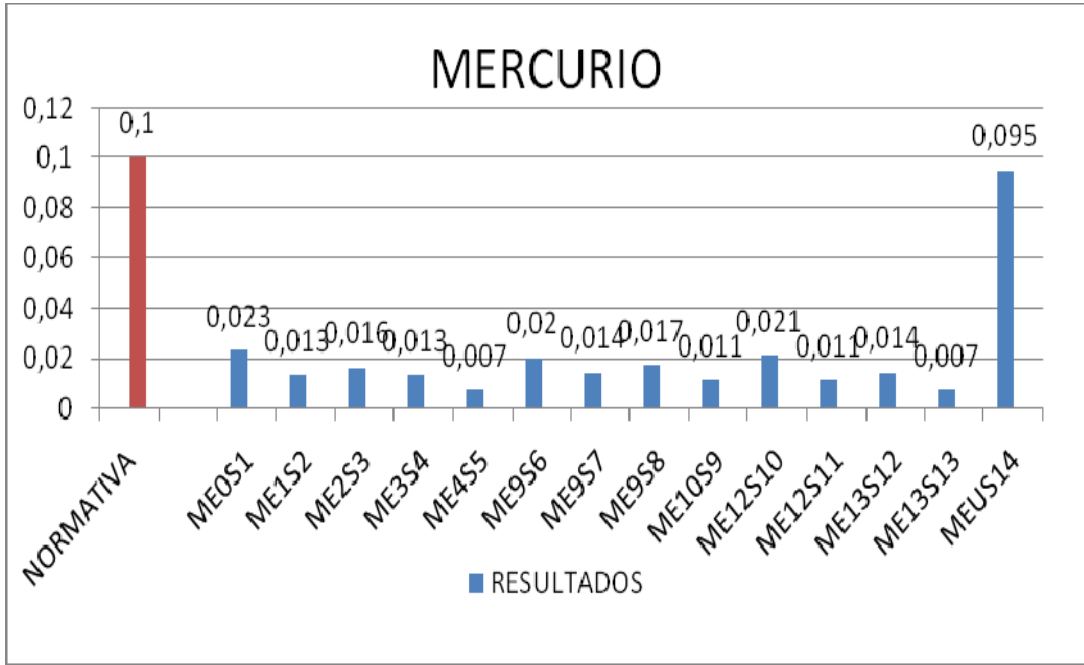
MEUS14 corresponde a la muestra tomada en el sitio destinado a escombreras, en la entrada al túnel Guayasamin en la Av. 6 de Diciembre y Juan Severino, frente al Ecovía. Suelo de color café oscuro, húmedo, en la superficie césped y árboles.

La causa de exceso de Cromo VI en todas las muestras es debido a los residuos volátiles que existen en el aire por la actividad industrial, así como también por la composición propia de las rocas que permanecen en el suelo.

Mercurio

Se observa en la Figura 7.38 que los resultados obtenidos de las 14 muestras realizadas se encuentran dentro del límite máximo permisible según señala la normativa.

Figura 7.38 Mercurio

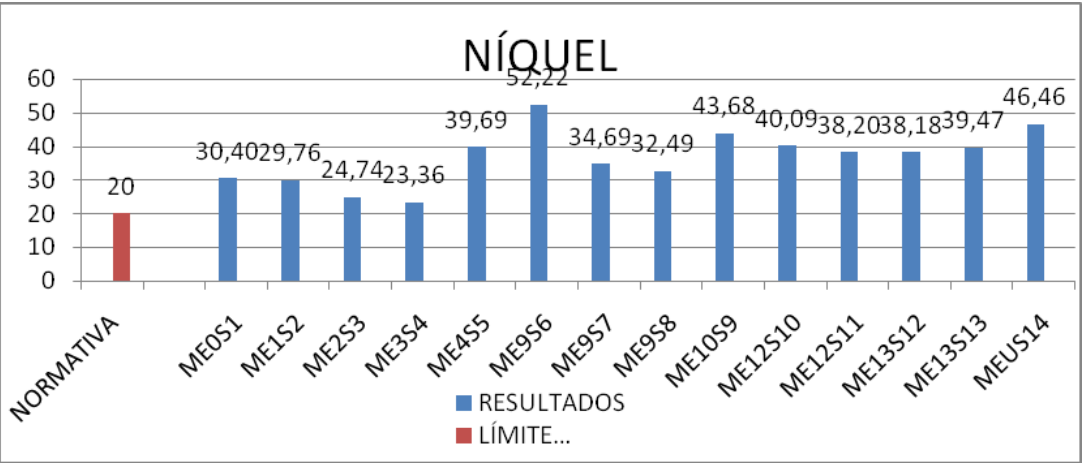


Fuente: Elaboración propia, 2012

Níquel

Como se puede observar en la Figura 7.39, todas las muestras sobrepasan el límite máximo permisible, esto debido a que el níquel se encuentra presente en todos los suelos por ser considerado un micronutriente.

Figura 7.39 Níquel

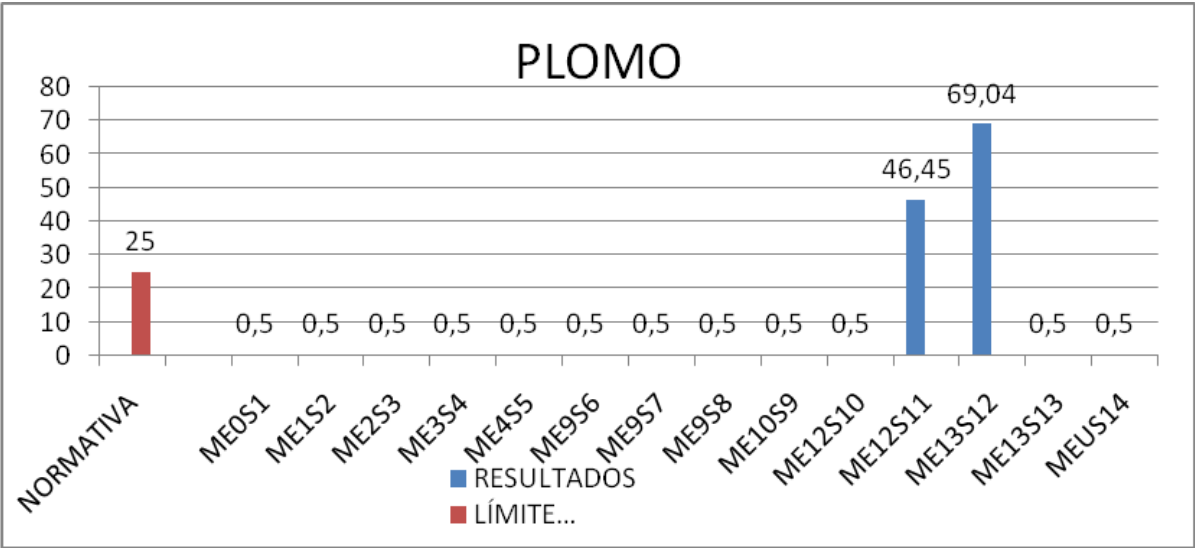


Fuente: Elaboración propia, 2012

Plomo

Como se puede observar en la Figura 7.40 las muestras que superan el límite máximo permisible son la ME12S11 y ME13S12.

Figura 7.40 Plomo



Fuente: Elaboración propia, 2012

ME12S11 corresponde a la muestra tomada en la Estación La Carolina en un área verde del Parque Recreativo La Carolina, en la Av. República entre Amazonas y Av. Eloy Alfaro, aproximadamente a 100 m de la laguna. Suelo cubierto de capa vegetal, a su alrededor árboles, suelo de color café oscuro.

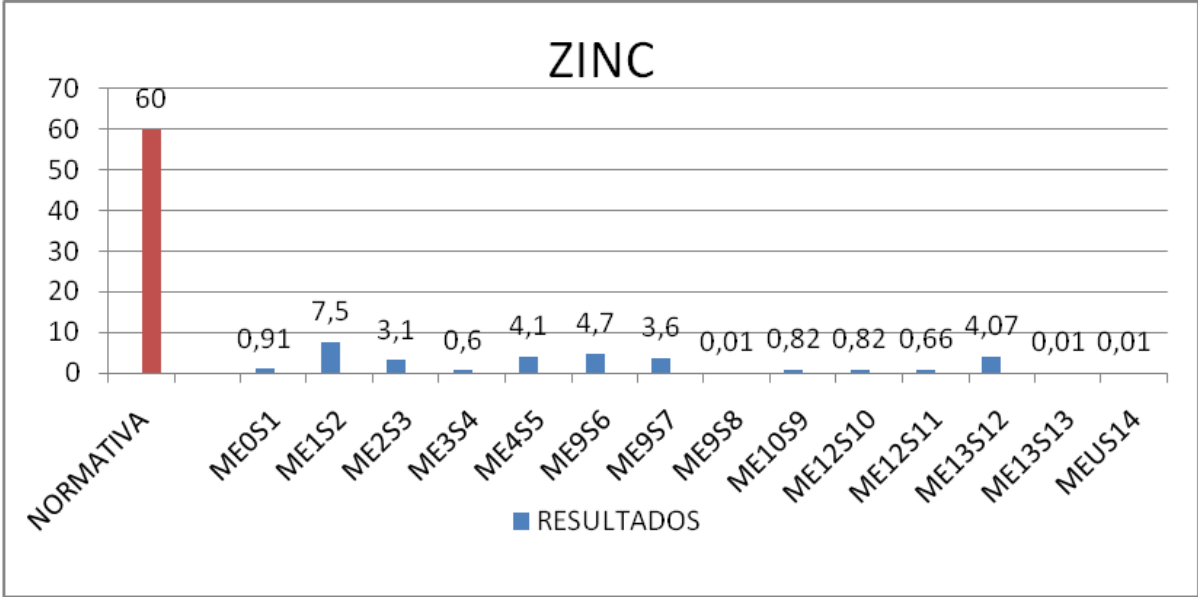
ME13S12 fue tomada en la Estación Iñaquito en un área verde, zona central del Parque Recreativo La Carolina, diagonal al Centro de Exposiciones Quito. Suelo de color café, oscuro humedecido por la lluvia.

El resultado obtenido puede deberse a posibles derrames de combustible (gasolina) o pintura a base de plomo utilizada en el parque para decoración de juegos infantiles o arreglos estéticos del lugar. También se encuentra presente en pequeñas proporciones como resultado de las actividades humanas, a través de los tubos de escape (principalmente los defectuosos) de los coches, camiones, motos, aviones y casi todos los tipos de vehículos motorizados.

Zinc

Según se muestra en la Figura 7.41 los resultados de todas las muestras recolectadas se encuentran dentro de los límites establecidos de la normativa.

Figura 7.41 Zinc



Fuente: Elaboración propia, 2012

7.1.4. Geomorfología¹ y Relieve

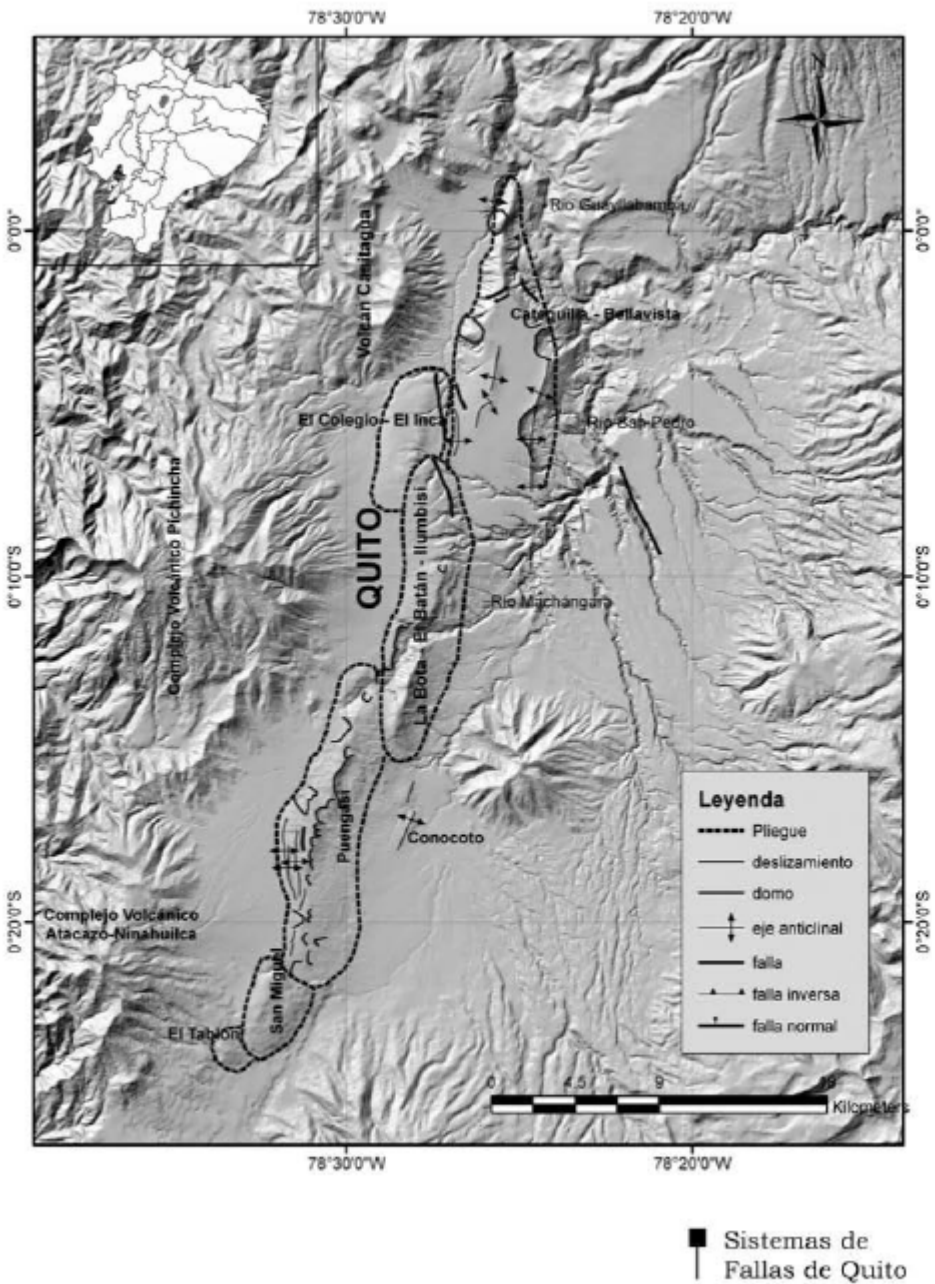
Geomorfología

Quito se encuentra rodeado por un relieve montañoso, al oeste por los volcanes Ruco y Guagua Pichincha, con alturas máximas de 4,675 msnm y al este las Lomas de Lumbisí- Batán-La Bota, con alturas máximas de 3.000

¹ EMAAP-Q (2002).c. Prospección Geotecnia para el Estudio de Peligrosidad y Mitigación de Fenómenos Geodinámicos en el Área de la Fase I del Subprograma del Manejo de Laderas de Quito. Reporte Técnico (Ecosoil)

msnm, consideradas como levantamientos de tipo tectónico. El valle tiene una configuración alargada y estrecha con un ancho medio de unos 6 km, tal como se observa en la Figura 7.42.

Figura 7.42 Expresión morfológica de las colinas de Puengasí, Lumbisí, El Batán – La Bota y Bellavista – Catequilla del sistema de fallas Quito



Fuente: Atlas de Amenazas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito, 2010

La pendiente dentro del valle es variable debido a la presencia de pequeñas elevaciones, así como de quebradas y ríos.

Morfología de la franja del trazado

La gran cantidad de quebradillas (en azul en la Figura 7.43) corren hacia el centro de la ciudad, desaguardo en el río Machángara (sector central) y en la quebrada de El Batán al norte. El plano data del año 1960 y corresponde al sector entre la Villa Flora al sur hasta el aeropuerto al norte.

Figura 7.43 Ubicación de las antiguas quebradas de Quito



Fuente: CIC (Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha). Medio Geológico – Geotécnico para la Construcción del Tren Subterráneo en la Ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo 2010

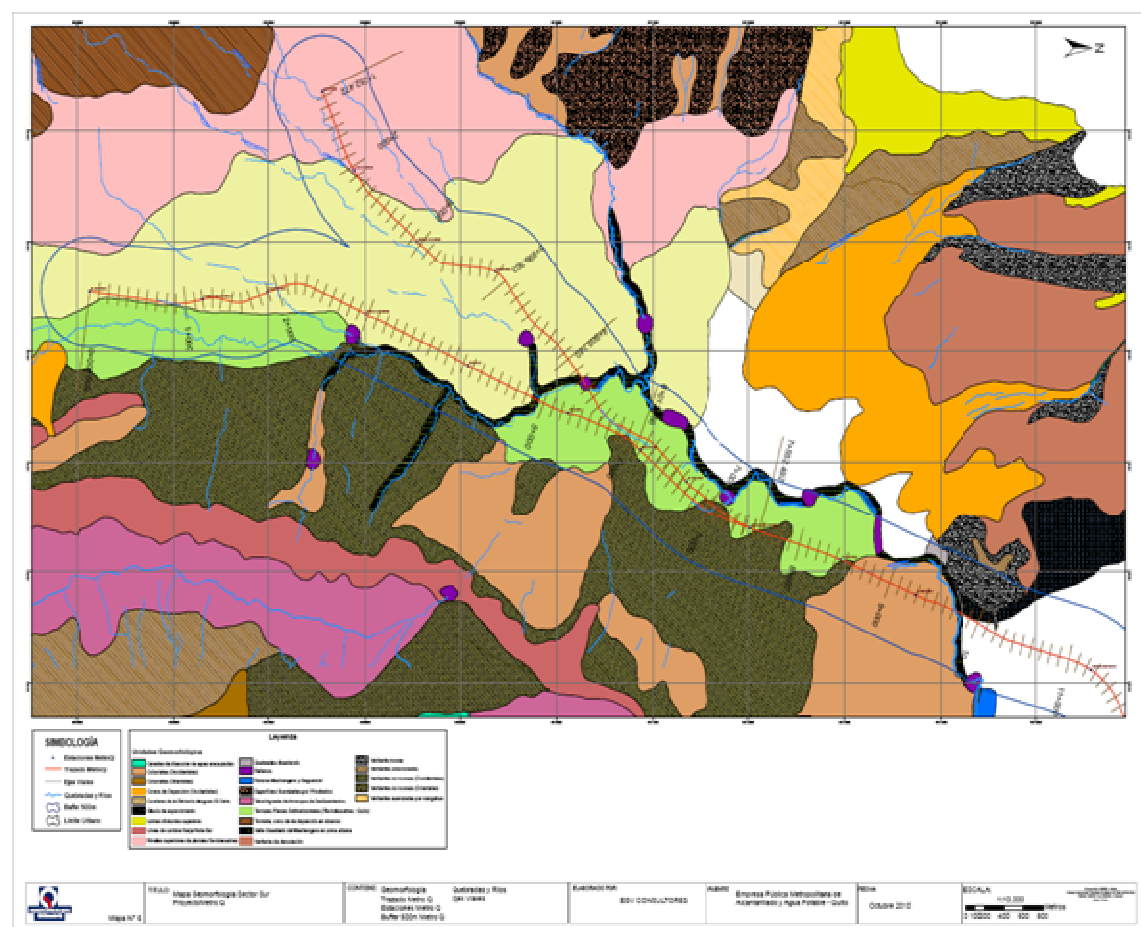
En el área de estudio se tienen las siguientes unidades geológicas cuaternarias: depósitos fluvio lacustre, lagunares, fluviales, conos de deyección, depósitos de acumulación como consecuencia de deslizamientos de terreno y, terrazas aluviales. También se diferencian zonas de rellenos a lo largo del río Machángara y ciertas quebradas.

En el Mapa Geomorfológico del Anexo 2 se muestran las unidades geológicas cuaternarias y los rasgos morfológicos y estructurales. Entre los rasgos morfológicos se señalan escarpes y cambios de pendiente del terreno. Se indican también deslizamientos activos y paleo-deslizamientos. En algunos sectores se han podido diferenciar deslizamientos rotacionales.

En cuanto a rasgos estructurales, se observan fallas normales e inversas.

Las unidades geomorfológicas locales de las distintas unidades del Mapa Geomorfológico Sector Sur del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Quito se muestran en la Figura 7.44, y son:

Figura 7.44 Geomorfología sector sur Proyecto Metro Quito



Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2011

- Canales de disección de aguas encauzadas
- Coluviales (occidentales)
- Coluviales (orientales)
- Conos de deyección (occidentales)
- Cumbres de la divisoria de aguas El Cinto
- Glacis de esparcimiento
- Lomas divisorias superiores
- Línea de cumbre franja norte - sur
- Niveles superiores de planicies fluvio-lacustres
- Quebradas disectando
- Rellenos

- Roturas Machángara y Saguanchi
- Superficies suavizadas por piroclastos
- Talud agreste de arranque de deslizamientos
- Terrazas planas subhorizontales (fluvio-lacustres Quito)
- Torrente, cono de deyección de abanico
- Valle disectado del Machángara en zona urbana
- Vertiente de denudación
- Vertiente rocosa
- Vertientes coluvionadas
- Vertientes no rocosas (occidentales)
- Vertientes no rocosas (orientales)
- Vertientes suavizadas por cangahua

Muchos drenajes han sido rellenados, así como también algunas vertientes de laderas afectadas por cortes y rellenos para escuelas, campos deportivos e instalaciones industriales.

Del análisis e interpretación de las unidades geomorfológicas existentes, se determina que las partes bajas hacia el este de la zona de estudio están conformadas predominantemente por sedimentos de origen lacustre, depositados durante la formación de la cuenca sedimentaria de Quito.

En las desembocaduras de las cuencas La Raya Sur, Los Chochos y Navarro se ubican conos de deyección antiguos en forma de abanicos, que hacia las zonas bajas pueden estar interdigitados con los depósitos lacustres.

Al este de la desembocadura de la quebrada Jerusalén existen depósitos de glacis de esparcimiento que conforma la parte central de la meseta de Quito y en la parte alta de la quebrada se presenta a lo largo del cauce una zona limitada claramente por escarpes.

Hacia las laderas se encuentran varias unidades geomorfológicas (vertientes coluvionadas, vertientes de derrubios, vertientes rocosas), que corresponden a coberturas de depósitos volcánicos y cangahua sobre lavas y a zonas de roca expuesta o con poca cobertura, que forman actualmente los flancos de las microcuencas hidrográficas y el domo volcánico del Panecillo.

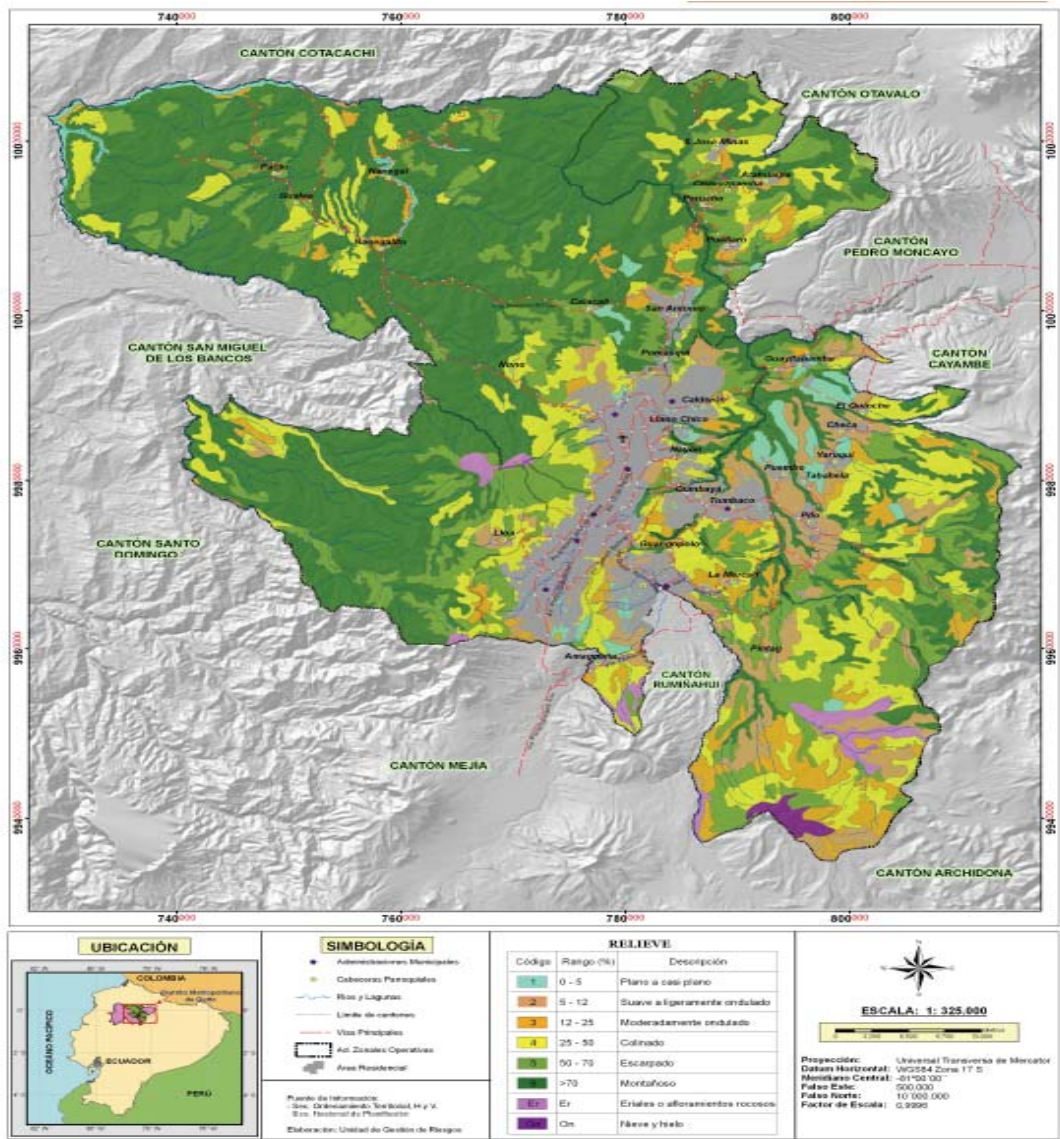
Hacia el noroccidente del área, la unidad Lomas Divisorias Superiores representan lavas suavizadas por depósitos de cobertura piroclástica en valles abiertos y de baja pendiente, que pueden contener también depósitos glaciares. Al suroccidente del área, las partes altas de la cuenca La Raya Sur responden a una morfología de origen glaciar relacionada con la caldera de Lloa.



Relieve²

El relieve del DMQ es muy heterogéneo, existen pendientes que forman planicies de 0 – 5% y pendientes abruptas >70% (ver Figura 7.45).

Figura 7.45 Mapa de pendientes de Quito



Fuente: Atlas de Amenazas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito, 2010

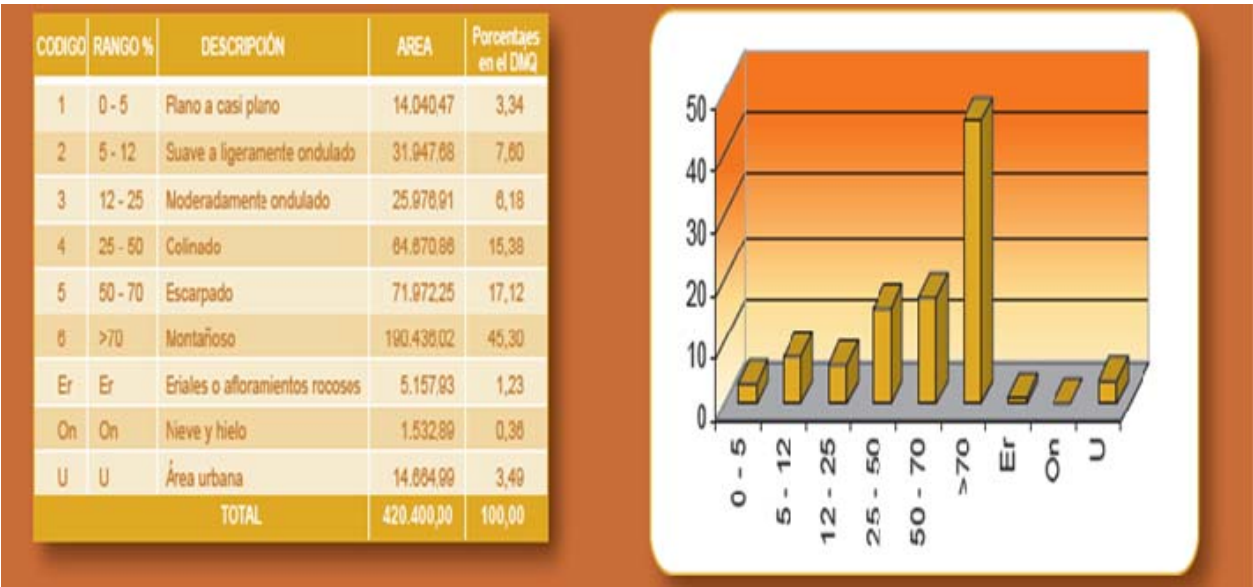
La topografía original de Quito viene siendo intervenida por el crecimiento urbano. La ocupación por infraestructura habitacional en las laderas de fuertes pendientes, al este y oeste de la ciudad, ha incrementado la inestabilidad de

² Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, Cuerpo de Bomberos del DMQ. “Atlas de Amenazas Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito”. 2010.

taludes, que se produzcan desprendimientos de la cobertura vegetal, problemas de erosión, cambios en la escorrentía y drenajes naturales, convirtiéndolas en zona de riesgos no aptas para su desarrollo.

Los diferentes rangos que determinan el tipo de relieve se indican en la Figura 7.46.

Figura 7.46 Porcentajes que determinan el tipo de relieve



Fuente: Atlas de Amenazas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito, 2010

En el cuadro de la izquierda se indica el porcentaje según el tipo de relieve, mientras que el gráfico de la derecha indica que el rango predominante es mayor al 70%, es decir, que en su mayoría se trata de un relieve montañoso.

7.1.5. Geología

Para caracterizar los aspectos geológicos, geotécnicos y geodinámicos de las diferentes unidades litológicas existentes se hizo una revisión bibliográfica de la información disponible en instituciones y empresas que han realizado trabajos en quebradas y pozos del DMQ.

Geología general³

Durante el período Paleozoico se desarrollaron las bases de lo que serían Los Andes, cuando comenzó la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. La mayor actividad telúrica se registró durante el período Cuaternario en la época del Pleistoceno, cuando se formó el paisaje accidentado de la ciudad. En el Plioceno se presentaron varios eventos de considerable importancia en el país y el continente, sin embargo, la

³ Edufuturo (2006). Geología de Pichincha. Consultado el 26/07/2009. <http://es.wikipedia.org/wiki/Quito>

ciudad no fue influenciada mayoritariamente por estos. Pese a ello, existieron algunos acontecimientos durante ese período como se evidencia en algunas zonas del este de la urbe.

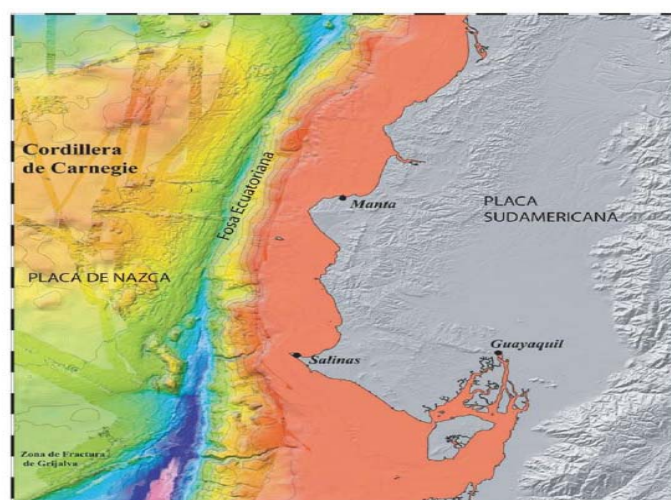
La zona de estudio está dentro de un entorno geodinámico complejo en donde interaccionan: sedimentación, volcanismo, tectónica y erosión, generando una cuenca volcano-sedimentaria complicada.

Geología Regional⁴

Durante el Cretácico, la evolución de la cordillera de Los Andes fue producto de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, lo cual generó fuertes cambios como el replegamiento de la corteza terrestre y el desarrollo de la cordillera, como se puede apreciar en la Figura 7.39. En el levantamiento se generaron sistemas montañosos transversales, conocidos como nudos, formando verdaderas cuencas intramontañosas denominadas hoyas; además, se originaron potentes capas de sedimentos que se depositaron en un ambiente marino-continental dando lugar a la formación Silante.

Durante el Eoceno hasta el Cuaternario el levantamiento de Los Andes continuó y los esfuerzos originados de la colisión de las placas dieron lugar a la formación de fallas perpendiculares en las cordilleras, generándose así cuencas abiertas e intramontañosas, que durante el Holoceno fueron rellenadas por productos provenientes en su mayoría de los volcanes Pichincha y Atacazo, como flujos de lava (andesitas horbléndicas) y materiales sedimentario - piroclásticos y, por productos de la erosión y remoción en masa que modelaron los sistemas montañosos.

Figura 7.47 Características del contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana en la zona del Ecuador



Fuente: Modificado de Collot et al, 2006

⁴ Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad. Cuerpo de Bomberos del DMQ. Atlas de Amenazas Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito, 2010.

El modelo accidentado del Ruco Pichincha se debe a que ha sido moderadamente retocado por la actividad glaciaria del Cuaternario, la erosión hídrica y los movimientos en masa, a su vez ligados con las precipitaciones y escurrimientos superficiales.

El Distrito Metropolitano de Quito, por encontrarse en el callejón interandino, está limitado geológicamente al norte por el nudo de Mojanda (Imbabura), al sur por el nudo de Tiopullo (Cotopaxi), al este por la cordillera Real y al oeste por la cordillera Occidental.

La cuenca de Quito es una depresión topográfica de dirección aproximada N-S, de forma alargada y de 3 a 5 km de ancho. Morfológicamente, se divide en dos subcuencas: centro-norte y sur, separadas por el río Machángara y el domo El Panecillo (Villagómez, 2003).

La formación de esta cuenca está directamente relacionada con la actividad del sistema de fallas inversas de Quito, cuya expresión morfológica es una serie de lomas alargadas de dirección N – NNE, situadas en el borde este de la ciudad.

Esta estructura tectónica ha sido dividida en tres segmentos principales: Lomas Calderón – Catequilla, Lomas Batán – La Bota y Lomas Ilumbisí – Puengasí (Egüez & Alvarado, 1994; Villagómez, 2003). Estos segmentos buzan hacia el oeste y probablemente empezaron a propagarse desde el norte en una serie de pulsos (Villagómez, 2003). La tasa de levantamiento máxima del sistema ha sido estimada en 0,8 mm/año y se habría iniciado hace 0,5 millones de años (Soulas et al, 1991; Villagómez, 2000).

Quito está delimitado por fallas asociadas a los principales límites estructurales de las Cordilleras Occidental y Real. Estas fallas fueron inicialmente originadas durante la sucesiva acreción de terrenos oceánicos y continentales desde el Mesozoico, como se observa en la Figura 7.48.

Figura 7.48 Valle Interandino



Fuente: Marco Rivadeneira. Cuenca Oriente Geología y Petróleo. s/f



El valle interandino es una depresión tectónica – geomorfológica de dirección N-S a NNE-SSW, de 25 km de ancho, 300 km de largo, comprendida entre Alausí y El Chota (Winkler et al, 2002).

El valle interandino se encuentra dividido en tres segmentos: el segmento donde se encuentra la ciudad de Quito es el segmento central (Quito-Guayllabamba) denominado valle interandino central y su límite norte es el nudo que forman los volcanes Mojanda y Cusín, mientras que el límite sur es el nudo conformado por los volcanes Illiniza, Cotopaxi, Pasochoa y Rumiñahui (Villagómez, 2003).

La Cordillera Occidental, se encuentra constituida por el basamento de las formaciones Pallatanga y Macuchi, las cuales están cubiertas de depósitos volcánicos y volcanoclásticos del Oligoceno-Holoceno.

La formación Macuchi, de edad Paleoceno Tardío-Eoceno, está constituida por una secuencia volcanosedimentaria de arco de islas de composición basáltica a andesítica. En cambio, la formación Pallatanga de edad Cretácico Temprano-Tardío se encuentra compuesta por turbiditas y rocas ígneas consideradas como de plateau oceánico de acuerdo a interpretaciones recientes.

Según Aspden y Litherland (1992), la Cordillera Real consiste de cinturones alargados de rocas metamórficas del Paleozoico-Cretácico Inferior intruídos por granitoides tipo S y tipo I, con una cubierta de depósitos volcánicos Cenozoicos.

En cuanto a la formación estructural del valle interandino existen varios modelos de acuerdo a sus autores. Estos modelos son enumerados cronológicamente a continuación:

Un primer modelo considera que el valle interandino se formó por procesos tectónicos extensivos E-W en el Mio-Plioceno (Hall & Yépez, 1980; Winter, 1990; en Villagómez, 2003). Otro modelo, basado en estudios neotectónicos, Soulas et al (1991) concluye que el valle interandino es una cuenca de ‘piggyback’ en donde la deformación, durante el Plio-Cuaternario, es producida por movimientos diferenciales entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Real.

Basado en el análisis de mecanismos focales de sismos someros, Ego et al (1993) analiza otro modelo, en el cual considera al valle interandino como una banda comprimida y a los Andes septentrionales ecuatorianos como una gran zona transpresiva dextral.

Finalmente, recientes trabajos que incluyen nuevas edades (Spikings et al), sugieren un cuarto modelo en el cual el valle interandino, se formó como resultado de un desplazamiento a lo largo de la banda comprimida formando una cuenca de tipo “spindleshaped”, que se abrió y cerró como movimiento de tijeras entre las dos cordilleras desde hace unos 6 millones de años.

Siguiendo hacia el norte de Quito dentro del callejón interandino se encuentra la Cuenca Quito-Guayllabamba, rellena por depósitos volcánicos y volcanoclásticos. El relleno contiene una secuencia inferior conformada por las Formaciones Pisque y San Miguel que contienen lavas, tobas, lahares, sedimentos aluviales, fluviales,

deltaicos y lacustres. La secuencia superior corresponde a las Formaciones Guayllabamba, Chiche, Machángara, Mojanda y Cangagua y consiste de depósitos volcánicos primarios, lahares, flujos hiperconcentrados y depósitos fluviales.

Geología local

Para la caracterización de la geología local, se realizó una revisión de estudios e informes realizados en el Distrito Metropolitano de Quito. Más información geológica-geotécnica sobre los colectores que intervienen en el Metro de Quito se incluye en el Anexo 1.

Litología

Con base en la información obtenida para la identificación de la estratigrafía de la cuenca de Quito, se han diferenciado las siguientes unidades geológicas locales (ver Anexo 2 Mapa Geológico), que fueron definidas por Alvarado, 1996 y Villagómez, 2003.

Unidades geológicas locales⁵

Formación Machángara (P_M): descrita y localizada en los mapas de la DGGM (Dirección General de Geología y Minas), aparece en muchas nomenclaturas como “volcánicos Machángara”. Corresponde a una unidad de productos volcánicos Pliocénicos que contiene avalancha de escombros volcánicos, flujos de lava, flujos piroclásticos, etc.

Esta formación conforma la base de toda el área de estudio. Su afloramiento más representativo ocurre en el río Machángara, en el sector del trébol, encontrándose además en la parte alta de la quebrada Cuscungo, tal como se observa en la Figura 7.49.

⁵ Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad. Cuerpo de Bomberos del DMQ. Atlas de Amenazas Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito, 2010

Figura 7.49 Formación Machángara



Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo 2010

Esta formación se depositó solamente en la cuenca de Quito, de edad Pleistoceno Medio y contiene dos miembros denominados Miembro Volcánicos Basales y Miembro Quito.

Miembro Volcánico Basal

Este miembro, en el centro norte de Quito, incluye depósitos de avalancha, flujos de lodo, flujos piroclásticos y lahares íntimamente relacionados con los flujos de lava, caracterizados por ser heterogéneos, de textura muy gruesa, que han sido producto de procesos eruptivos del volcán Ruco Pichincha.

Unidad de Basamento: la unidad de basamento forma parte del miembro volcánico basal de la formación Machángara. La Unidad de Basamento se encuentra formada por flujos de lava, brechas volcánicas, avalanchas de escombros y flujos de lodo provenientes del complejo volcánico Atacazo – Ninahuilpa y el complejo volcánico Pichincha.

Las avalanchas se presentan como depósitos matrices de baja compactación, lo cual evidencia que sobreyacente a los flujos de lava se encuentran depósitos de avalancha de escombros ampliamente distribuidos en la subcuenca del sur de Quito.

Los flujos de lava afloran localmente a través de bloques levantados en la Av. Simón Bolívar principalmente en el sector de Tambillo, quebrada la Chorrera. Estos depósitos son de composición andesítica y textura afanítica. Se encuentran asociados a autobrechas soldadas.

En la estructura basal El Cinto, en Chillogallo, afloran flujos de lava de composición andesítica que presenta patinas de oxidación rojizas.

A lo largo de la quebrada Saguanchi en el extremo sur de la cuenca, las avalanchas se presentan como depósitos matriz soporta, de baja compactación, lo cual evidencia que sobreyacente a los flujos de lava se encuentran depósitos de avalancha de escombros, ampliamente distribuidos en la subcuenca del sur de Quito. En el sector El Censo, en los dos flancos del río Machángara, afloran estratos de avalancha de escombros que presentan bloques subredondeados de andesita en una matriz de limo café, con espesores que alcanzan hasta 10 m.

En la quebrada Saguanchi las avalanchas de escombros subyacen localmente a flujos de lodos (proximales) que muestran estratificación, los cuales se encuentran como tobas color café moderadamente compactas que hacia la base contienen cantos de andesitas de diámetro entre 12 y 20 cm.

En el sector de Quitumbe, a 87 m de profundidad, se recuperaron flujos de lodo que contienen líticos de andesita de tamaño centimétrico, los cuales se pueden correlacionar con los niveles que afloran en la quebrada Saguanchi.

Miembro Quito

Este miembro en la zona norte de la cuenca Quito, incluye depósitos fluviales y flujos de lodo menores más homogéneos que los anteriores y de tamaño de grano menor que los incluidos dentro de los volcánicos basales. Incluye productos provenientes del volcán Atacazo.

Unidad volcano-sedimentaria Guamaní

La Unidad volcano-sedimentaria Guamaní sobreyace en discordancia erosiva a la Unidad de Basamento y ha sido interpretada como parte del Miembro Quito, de la formación Machángara; se encuentra formada por depósitos volcánicos primarios, incluyendo flujos piroclásticos, caídas de pómez y ceniza. Ha sido muy bien descrita en la subcuenca al Sur de Quito por Lilia Peñafiel (2009) de cuya investigación se toman muchas de las descripciones.

Esta unidad se encuentra formada por depósitos volcánicos primarios, incluyendo flujos piroclásticos, caídas de pómez y ceniza. La base de la unidad está formada por tobas blancas y tiene una potencia de 15m en el afloramiento de la quebrada Saguanchi.

En el sector El Pintado se observa una toba blanca a 71 m de profundidad, rica en líticos volcánicos y restos de plantas, lo cual es correlacionable con el nivel presente en la quebrada Saguanchi.

Un flujo piroclásticos poco compactado compuesto por bloques de dacita dentro en una matriz de una arena volcánica sobreyace el depósito de tobas blancas. El color de dicho flujo es gris y su espesor visible es de aproximadamente 10m. El diámetro de los bloques de dacita es de hasta 1 m. La homogeneidad y composición monolito-lógica del depósito indican que el flujo es de tipo "block and ash".

En el corte de la Avenida Simón Bolívar se encuentra un depósito volcánico primario (flujo piroclástico “block and ash”). Este depósito no muestra gradación, imbricación o estructuras de paleocorriente y los líticos que lo conforman tienen una misma composición (dacítica).

Una serie de cenizas y oleadas piroclásticas interestratificadas en espesores de 0,20 m a 0,50 m sobreyacen concordantemente al flujo piroclástico “block and ash”, hacia el tope de la Unidad Volcano sedimentaria Guamaní.

Unidad Fluvio – Lacustre El Pintado

La Unidad Fluvio – Lacustre El Pintado forma parte del Miembro Quito, que a su vez corresponde a la formación Machángara. Los sedimentos de ambiente fluvial y lacustre, encontrados en los sondeos exploratorios realizados por la EMAAP en la zona Sur de Quito, han permitido definir esta Unidad de manera más detallada.

Correlaciones estratigráficas han permitido determinar que los depósitos fluvio-lacustres se extienden desde el sector de Chillogallo y a partir del sector El Calzado estos depósitos se hacen más potentes hacia el norte. Estas correlaciones también han permitido establecer que el contacto entre la Unidad Fluvio – Lacustre El Pintado y la Unidad Volcano-sedimentaria Guamaní corresponde a un cambio transicional (Peñaflor L., 2009). En la base de la Unidad Fluvio-Lacustre El Pintado se presentan brechas volcánicas intercaladas con estratos de areniscas fina, arenas y arcillas, con espesores que varían entre 0,30 m y 1 m.

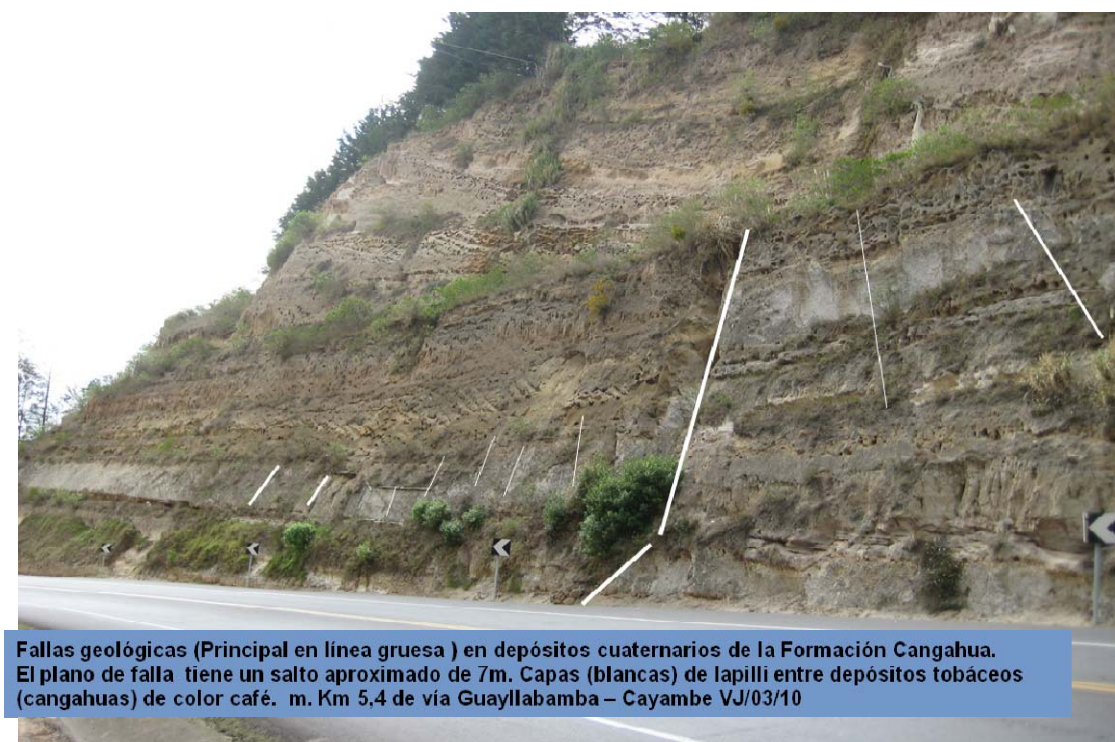
Sobre el conjunto anteriormente descrito aparece una interestratificación de arcilla y arena de color verde, que tiene gradación normal, con líticos subredondeados, debido a su ambiente de deposición de tipo fluvial. El espesor de los estratos varía entre 0,20 m y 0,50 m y el del conjunto es inferior a los 10 m. Estos estratos se encuentran en muchos de los pozos perforados en el norte y oeste de la subcuenca sur de Quito: San Bartolo Villaflores, El Pintado, Chillogallo, etc.

En el techo de la Unidad Fluvio-Lacustre El Pintado, sobreyaciendo al depósito arriba descrito de arcilla y arena de color verde, se encuentran niveles de turbas, paleosuelos y tobas, cuyo espesor llega hasta los 20 m. Los niveles de turbas permiten identificar el ambiente lacustre de la deposición.

Formación Cangahua (Q_c)

Esta formación está constituida por tobas cuaternarias color amarillento, generalmente intercaladas con caídas de cenizas, pómez, paleosuelos y algunas veces, flujos de lodos y canales aluviales, en los mismos ocurren costras calcáreas y óxido de manganeso, como se observa en la Figura 7.50.

Figura 7.50 Formación Cangahua



Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo 2010

El área de estudio está cubierta en su mayoría por cangahua. El afloramiento más importante de esta unidad se encuentra en la quebrada Cuscungo, en la cual aparece horizontal intercalada con estratos de pómez de hasta 1 m, en un espesor de hasta 40 m.

Cabe señalar que la denominación generalizada de la cangahua como toba se contrapone a las tobas litificadas, que se encuentran dentro de formaciones volcánicas más antiguas, que son rocas muy compactas y resistentes con resistencias a la compresión simple superiores a 70 Mpa. Por ello en el presente caso desde el punto de vista geotécnico, es preferible seguir considerándola como un suelo compacto o en el mejor de los casos como una toba blanda.

En la denominación cangahua se han incluido los depósitos de conos aluviales que se desprenden de las estribaciones orientales del volcán Pichincha, hacia los principales drenajes que llegan a las subcuencas consideradas de sur a norte: quebradas Saguanchi, Grande, Sunipamba, Rumihurcu, Rumipamba y principalmente en el río Machángara.

En la subcuenca sur de Quito, la cangahua presenta en su parte superior niveles de paleosuelos y estratos de pómez de caída de hasta 30 cm de espesor, mientras que en su parte media se observan estratos de arena fina de composición litológica de carácter volcánico de espesores de hasta 50 cm.



En la base de la cangagua, hacia el oeste de la subcuenca sur, especialmente en los flancos de los complejos volcánicos Atacazo – Ninahuilca y Pichincha, se presentan coluviales de hasta 5 m de espesor, formados por bloques de andesita y dacita de hasta 40 cm de diámetro y pómez dentro de matriz limo arenosa color marrón, aparentemente proveniente de cangagua retrabajada. Existen varios afloramientos de estos coluviales, principalmente a lo largo del Río Grande.

Los niveles de pómez y arena que existen dentro de la cangagua le otorgan una buena característica hidrogeológica por su permeabilidad media-alta.

El contacto entre la cangagua y la Unidad volcano-sedimentaria Guamaní se lo puede observar en la quebrada Saguanchi, en donde la cangagua sobreyace con discordancia erosiva, sitio en el cual alcanza una potencia de hasta 10 m y contiene fósiles de *coprinisphaera ecuadoriensis* dispuestos en forma horizontal (Peñafile L., 2009).

Depósitos La Carolina

Según Alvarado (1996), los Depósitos La Carolina son de origen fluvio lacustre. Se encuentran ubicados solamente en la subcuenca centro-norte de Quito.

Son sedimentos conformados por paquetes de limos, arcillas, arenas medias a gruesas, intercalados con cenizas y caídas de pómez. Estos sedimentos han sido subdivididos en dos miembros: Aluvial y Lacustre Palustre.

Miembro Aluvial: se encuentra conformado por lahares, cenizas volcánicas primarias y niveles de suelos presentes en los abanicos que forman los principales drenajes de la subcuenca centro-norte de Quito (Moths y otros, 2001). En la parte central de la subcuenca se halla relacionado con los depósitos lacustres y palustres, así como también a pequeños canales fluviales (El Ejido, La Carolina, Jipijapa).

Miembro Lacustre Palustre: se consideran como los Depósitos La Carolina propiamente dichos. Se encuentra conformado por paquetes de limos y arcillas, intercalados con caídas de ceniza. En los registros de las perforaciones de La Carolina y El Ejido se han evidenciado además vestigios de paleosuelos.

Unidades Antrópicas

Rellenos

Es una unidad identificada por la existencia de cartografía anterior, en la cual se han reconocido los cauces de quebradas que en la actualidad ya no existen. Se la considera una unidad de material blando, consolidado y compactado.

Los materiales de los rellenos provienen de depósitos que se encuentran en forma natural *in situ* o transportados y fabricados. En la zona de estudio se han identificado una serie de rellenos con materiales que en la mayoría de los casos han sido el resultado de mezclas heterogéneas de suelo natural con materiales mixtos, tales como: desechos de materiales de construcción, material utilizado para la apertura de vías, canales para agua o riego, así

como desechos inorgánicos (basura, plásticos, vidrio, chatarra, etc.). El material para relleno heterogéneo incluye desde gravas, ripios, suelos inorgánicos y orgánicos, por lo tanto su granulometría y naturaleza es diversa.

Escombreras planificadas no existen en el área, pero los terraplenes de vías aprovechan las mezclas donde predominan los materiales limo-arenosos provenientes de la cangagua (Cg).

A lo largo del río Machángara existen una serie de rellenos que se han realizado durante los últimos 30 años, como por ejemplo en San Bartolo, Barrio Nuevo, Atahualpa, Villa Flora, Santa Ana (Puente antiguo Eloy Alfaro), Alpahuasi, Luluncoto, Recoleta, Cumandá, Luluncoto, Pío XII, Monjas, etc. Además, se observó en las nuevas urbanizaciones en el valle de Cumbayá, Tumbaco, Conocoto el relleno de quebradas y zonas de terrazas conformadas en las quebradas, provocando en algunos casos zonas inestables y propensas a hundimientos y deslizamientos.

Escombros

Esta unidad es muy heterogénea en su composición. Corresponde a un conjunto de materiales arrojados en varios sitios, principalmente laderas, con poca o nula compactación. En su mayoría está compuesta por arenas y limos arenosos.

Los materiales de escombros por lo general se localizan en las quebradas, sean éstas pequeñas o grandes a lo largo y ancho de la zona de estudio y de las autopistas principales (Simón Bolívar y General Rumiñahui).

Los bordes de las paredes de las quebradas, que en la mayoría son de subverticales a verticales, sufren problemas de deterioro y degradación por factores exógenos (erosividad) además de los antrópicos (manejo deficiente) que evidencian una ausencia de manejo en las quebradas donde se deposita material suelto no compacto lanzado a las mismas, como escombros, desechos sólidos. Esta situación se agrava por la eliminación de excretas, aguas negras y grises no controladas hacia las quebradas, ocasionando la erosión de las paredes; la erosión temporal o permanente en los escombros y eventualmente con precipitaciones fuertes, que generarían la formación de flujos de escombros taponando los cauces naturales. La mayoría de las quebradas poseen escarpes susceptibles a la erosión.

Las escombreras (materiales heterogéneos) en la nueva vía Oriental o Simón Bolívar, son depósitos de materiales generados por los trabajos en la apertura de la vía (corte y relleno), generando residuos que fueron dispuestos en los bordes de la vía; los mismos son propensos a fenómenos geodinámicos como deslizamientos o la formación de flujos de lodo, tierra o de escombros que podrían afectar a los asentamientos poblacionales y obras de infraestructura localizadas ladera abajo. Por ejemplo se observó los siguientes depósitos de escombros en: Nueva Esperanza, Pueblo Unido, El Mirador, Barrio Monjas, Cooperativa San Francisco, San Miguel de Collacoto, Ilumbisí Alto, Pollo de Oro.

Estos depósitos dispuestos caóticamente, se encuentran consolidados a semi-consolidados, algunos se presentan fisuras o están siendo lavados por las aguas superficiales y por el viento o sufriendo la filtración de las aguas de

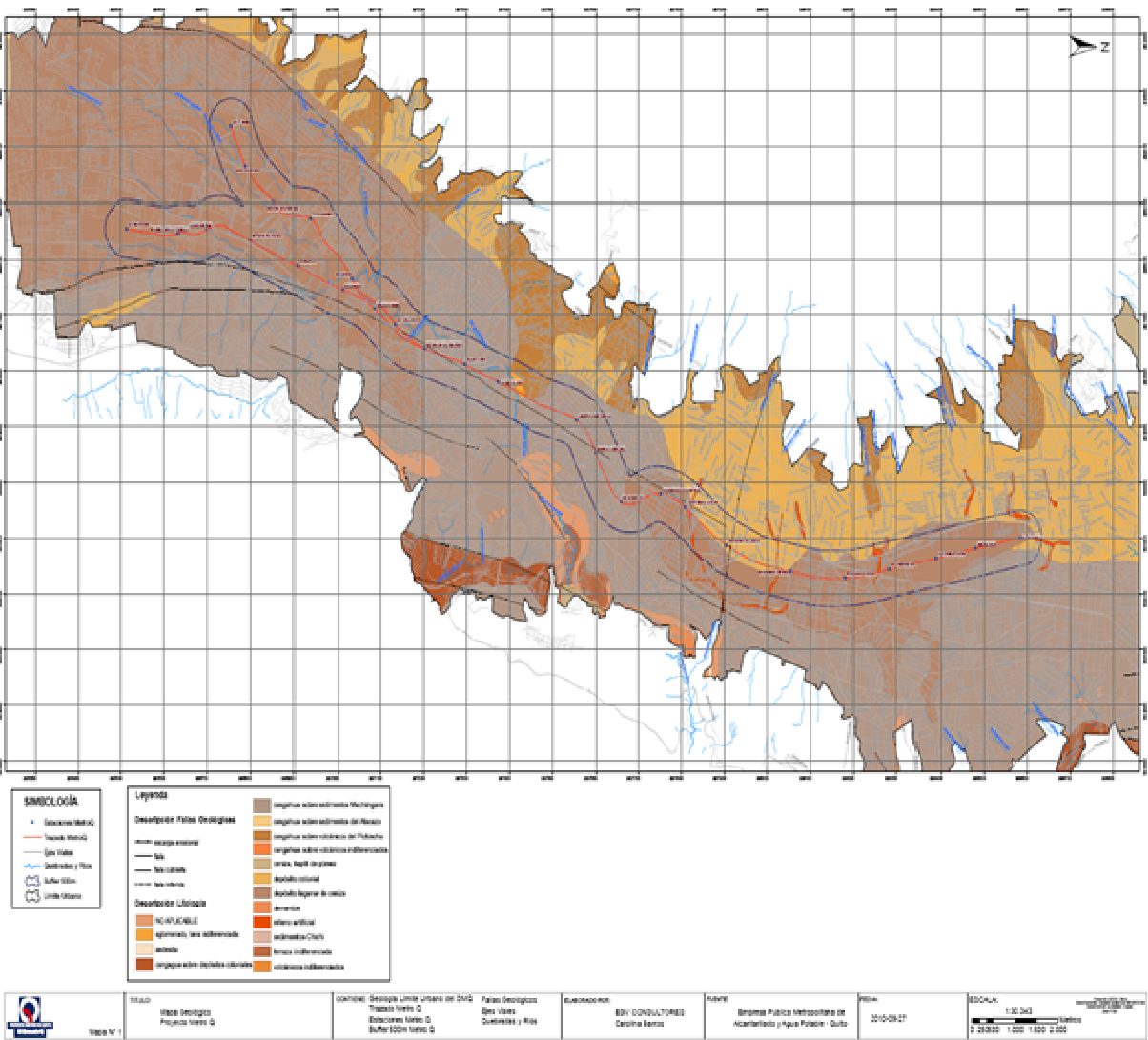


lluvias que desestabilizan la escombrera; además, se observa la ausencia de un manejo adecuado de las aguas de escorrentía (cunetas y contracunetas), que permita minimizar los efectos erosivos de los agentes externos.

Se han identificado varias áreas afectadas por escombros, las más importantes ocurren en las quebradas Colibrí, Clemencia y Cuscungo. Las de mayor área corresponden a la cuenca de la quebrada Cuscungo.

Las unidades locales o puntuales se muestran en el Mapa Geológico Proyecto Metro Quito y Figura 7.51.

Figura 7.51 Mapa geológico Proyecto Metro Quito



Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, 2011

- Aglomerado, lava indiferenciada
- Andesita
- Cangahua sobre depósitos coluviales

- Cangahua sobre sedimentos Machángara
- Cangahua sobre sedimentos Atacazo
- Cangahua sobre volcánicos del Pichincha
- Cangahua sobre volcánicos indiferenciados
- Ceniza, lapilli de pómez
- Depósito coluvial
- Relleno artificial
- Sedimentos Chichi
- Terraza indiferenciada
- Volcánicos indiferenciados

Geología estructural

Es conocido que en la zona del Callejón Interandino en donde se encuentra Quito existe un ambiente tectónico activo, conformado por el sistema de fallas Quito, por lo cual, es conveniente describir el marco estructural con base a la información que existe sobre el particular, entre ellas, la investigación realizada por Villagómez (2003), así como la descripción realizada por Peñafiel L. (2009), el Atlas de Amenazas Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito (2010) y el estudio geológico realizado para la estabilización de la quebrada El Batán, que incluye la descripción de las fallas de Quito.

Sistema de fallas⁶

Quito se encuentra atravesado por un sistema de fallas, que se inicia a la altura de la población de Tambillo al sur y avanza hacia el norte, hasta San Antonio de Pichincha, definiendo un trazado de 47 a 50 km de longitud

Morfológicamente está representado por las colinas de Puengasí, Lumbisí, el Batán – La Bota y Bellavista – Catequilla. Estas colinas son el resultado superficial de fallamiento de tipo inverso, que no alcanza la superficie pero que pliegan las capas formando estas colinas. Esta característica es un rasgo que, a menudo, presentan las fallas inversas. Para la falla de Quito, el bloque sobre el que se asienta la ciudad se levanta aproximadamente a 400 m con respecto al valle interandino.

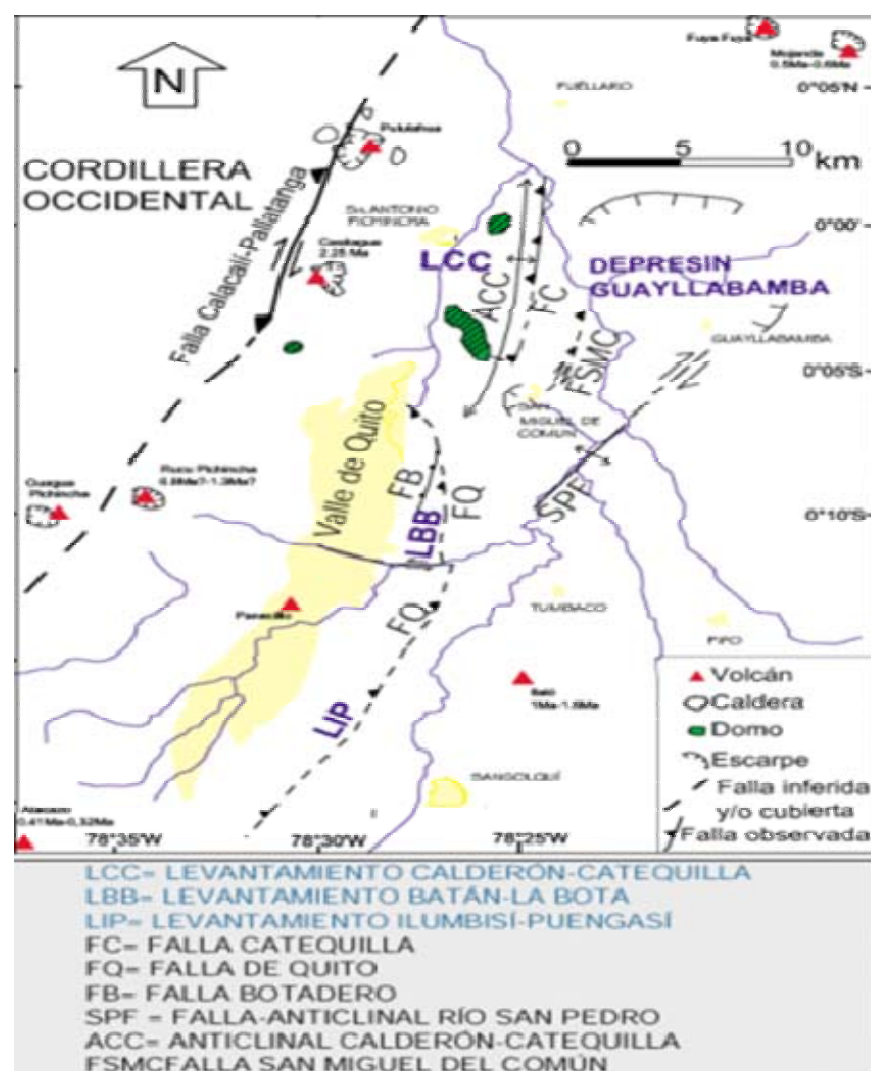
⁶ Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad, Cuerpo de Bomberos del DMQ. Atlas de Amenazas Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito. 2010.

Este es un caso típico de fallas ocultas, pero que muestran actividad sísmica constante en el tiempo; teniendo la ciudad de Quito la mayor complicación, por hallarse construida sobre su propia falla geológica, expuesta a vibraciones muy altas y, a ser afectada por sismos superficiales

Mapa tectónico del valle de Quito

El mapa tectónico del valle de Quito elaborado por Villagómez (Figura 7.52) muestra la presencia de dos estructuras importantes: la Falla de Quito (FQ) y la Falla Botadero (FB).

Figura 7.52 : Mapa tectónico del valle de Quito



Fuente: Villagómez, 2003

La primera estructura (FQ) se inicia al sur de Quito y sigue hacia el norte con una dirección hacia el este para luego cambiar a una dirección norte-sur y termina en la segunda estructura (FB) que corresponde a una cola de caballo denominada Falla Botadero.

Este conjunto de fallas genera levantamientos a lo largo de la dirección suroeste-noreste, conocidos como los levantamientos de Ilumbisi-Puengasí, Batán-La Bota y Calderón-Catequilla, que dentro de su configuración incluyen plegamientos.

Además, de acuerdo a Villagómez (2003) “el estilo de fallamiento inverso en el valle de Quito, es por enlace de segmentos, expresados morfológicamente por los levantamientos no alineados que corresponden a pliegues y flexuras que están íntimamente relacionados con la falla subyacente. La evidencia de campo muestra como los segmentos se propagaron desde el norte en pulsos”. Según Villagómez “todas las evidencias indican que el sistema empezó a propagarse desde el norte en una serie de pulsos a lo largo de segmentos que colectivamente forman el sistema de fallas activas inversas de Quito y que los levantamientos presentes en la zona son relativamente jóvenes (entre 1Ma-0,5Ma)”.

Presencia de fallas entre el centro y el norte de Quito

Entre el centro y el norte de Quito se encuentran tres sistemas de fallamiento: nor-noreste, noreste y noroeste; siendo los primeros concordantes con la dirección de las cordilleras.

Entre las fallas de dirección NNE se encuentran los siguientes:

Falla Pichincha 1: se extiende desde las elevaciones de Singaloma al sur y se prolonga hasta el sector de Potrerillos, tiene una dirección NNE y una longitud de ± 7 km.

Falla Pichincha 2: parte del sector occidental del Panecillo y llega hasta el barrio San Carlos; tiene una dirección NNE hasta NNW y su longitud es de ± 10 km.

Falla La Carolina: ubicada en la parte centro occidental, se extiende desde Chimbacalle hasta Chaupicruz. Tiene una dirección NNE y una longitud de ± 9 km, pero se prolonga hacia el sur en más de 11 km.

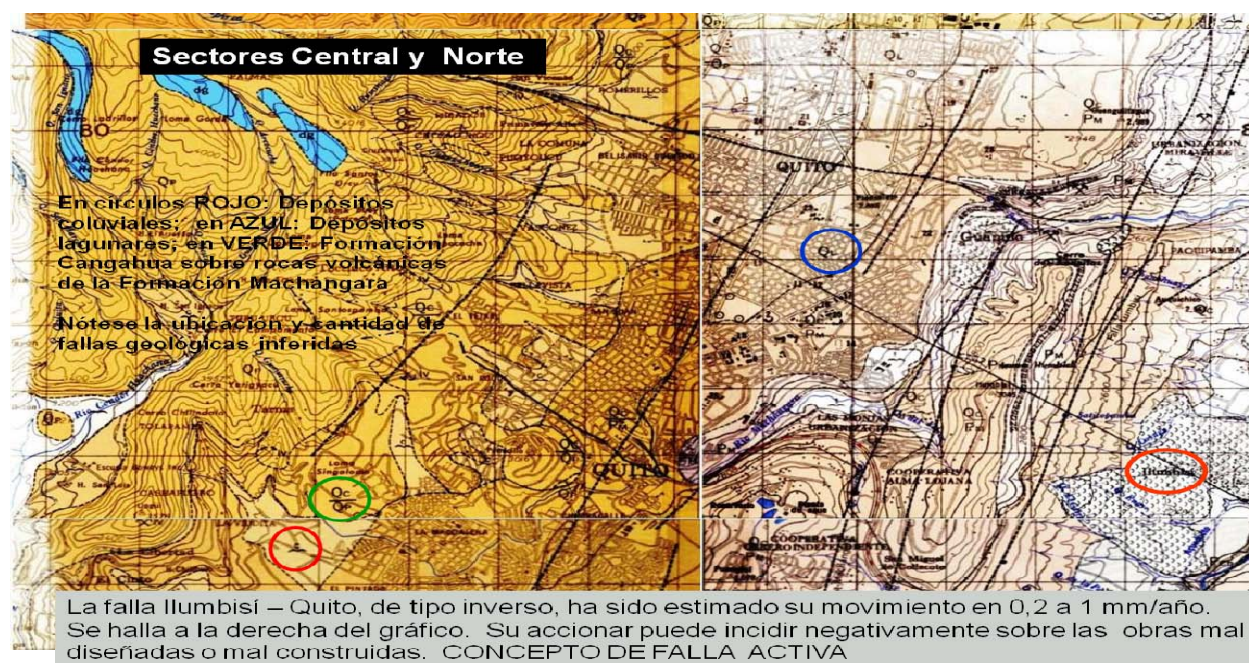
La traza de falla se encuentra oculta bajo los depósitos de cangahua y lagunares, los criterios de fallamiento son morfológicos y de correlación estratigráfica aprovechando los datos obtenidos en perforaciones para abastecimiento de agua subterránea.

Falla El Inca: se encuentra en la parte centro oriental, se extiende desde la Av. Colón hasta el barrio de San Isidro; tiene una dirección NNE y una longitud de ± 6 km.

Falla Monjas 1: ubicada en la parte oriental, se extiende desde la Cooperativa Obrero Independiente hasta el sector de Guápulo, donde choca con la falla El Batán; tiene una dirección NNE y la extensión es de ± 4 km y se extiende por más de 5 km hacia el sur.

En el sector sur la traza de falla está oculta bajo depósitos cuaternarios modernos y al norte corta los volcano-sedimentos Machángara; los indicios de fallamiento son la presencia del deslizamiento de Guápulo, la alineación del valle del río Machángara y coincidencias morfológicas fuera del área de mapeo, tal como se observa en la Figura 7.53.

Figura 7.53 Falla Ilumbisí



Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo 2010

Falla Monjas 2: ubicada hacia el sector oriental, se extiende desde la Cooperativa San Isidro al sur (quebrada Janahuaicu) y la quebrada El Batán al norte, donde choca con la falla El Batán, tiene una dirección NNE y una longitud de ± 7 km, pero se prolonga 2 km al sur. La traza de la falla se encuentra cubierta por los depósitos de cangahua y corta los volcano-sedimentos Machángara. Entre los indicios de fallamiento se destacan el deslizamiento de Guápulo, la morfología abrupta de la ladera occidental de la loma Ilumbisí y la fracturación de las lavas en el sector de Guápulo.

Falla Nayón: ubicada en la parte oriental; se extiende desde la quebrada Jurahuaycu al sur hasta el sector Cashaloma en el norte; tiene una dirección NNE a NNW con cambio de rumbo a la altura de la urbanización Miravalle; la longitud es de ± 8 km. Entre los indicios de fallamiento se encuentran pequeños deslizamientos en la quebrada Batán, morfología abrupta en el lado oriental de las lomas Ilumbisí y Guanguiltagua; conformación de la terraza de Miravalle y fracturación de los volcánicos Machángara.

Falla Ilumbisí: se considera la discontinuidad regional de la pared occidental del graven interandino, se extiende desde la quebrada El Catre al sur hasta el sector de Zámiza en el norte, la dirección es NNE a NNW con el

cambio de rumbo en el sector del barrio Miravalle; la longitud total es de 18 km. Los indicios de fallamiento en la zona son: conformación morfológica de la ladera oriental de la loma Ilumbisí que forma el escalón levantado de la falla (basculamientos), la formación de escalones terraceados en el sector de Miravalle, que limita la extensión de los volcano-sedimentos Machángara. Fuera del área mapeada existen deslizamientos asociados en el área de Conocoto y Guayllabamba (Figura 7.53).

Entre las fallas NE se encuentran las siguientes:

Falla Machángara: se trata de una pequeña falla inferida que se localiza específicamente en el sector de la urbanización Monjas; tiene una dirección NE y una longitud de ± 4 km. Los indicios de fallamiento son la coincidencia con la dirección de un tramo del río Machángara y fracturamiento en los volcano sedimentos del Machángara.

Falla Cumbayá: localizada en la parte oriental se extiende desde la loma Auquichico al sur hasta el río Tanda al norte; tiene una dirección NE y una longitud de ± 5 km con dos kilómetros fuera del área de estudio. Los indicios son únicamente morfológicos como por ejemplo el escarpe en la urbanización del Jardín del Valle.

Entre las fallas en sentido NW solo se presenta:

Falla El Batán: se encuentra trazada en la parte central y se extiende desde el nacimiento de la quebrada Ingapirca (4.000 msnm) en el oeste hasta aguas abajo de la unión de la quebrada El Batán con el río Machángara; tiene una dirección NNW y una longitud de ± 9 km. Los indicios de fallamiento son lineamientos de la quebrada Ingapirca y escarpes de la quebrada El Batán, como se observa en la Figura 7.54.

Figura 7.54 Quebrada El Batán- Vista superior de la quebrada El Batán

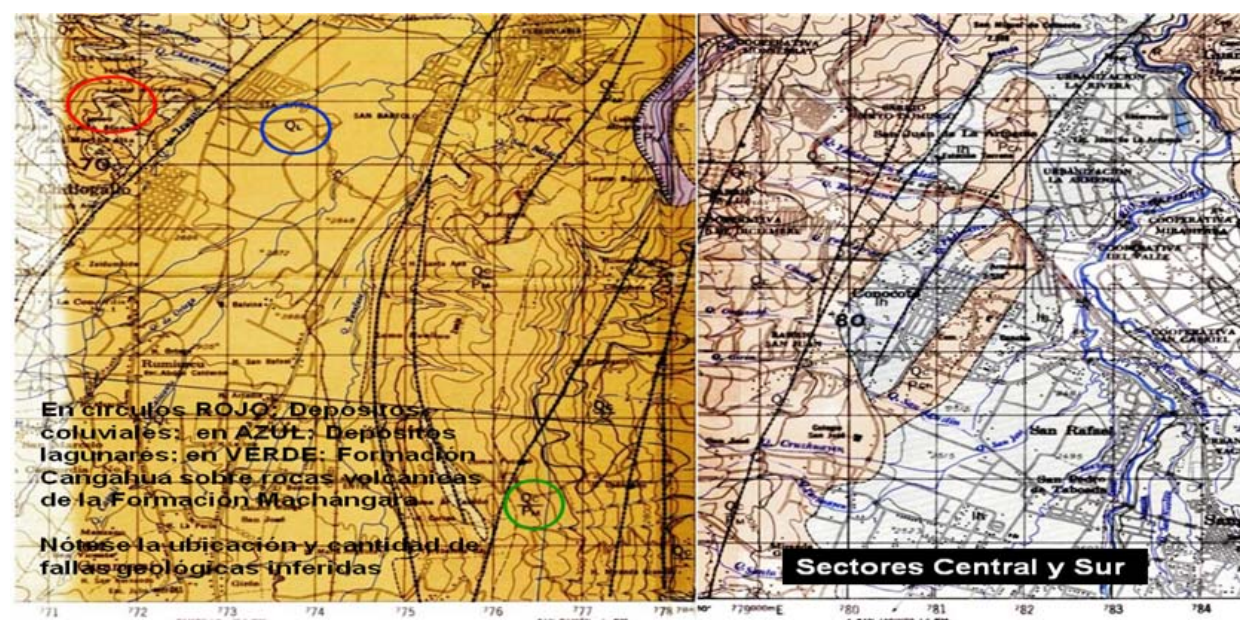


Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo 2010

Fallas al sur de Quito

La expresión morfológica del sistema de fallas Quito la constituye la estructura Ilumbisí-Puengasí, de dirección aproximada N-NNE, que se extiende desde el sector de Tambillo al sur hasta el río Machángara al norte, como se observa en la Figura 7.55.

Figura 7.55 Sectores Centro y Sur de Quito



Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo / 2010.

Se identifican fallas normales al sur de la estructura, en el sector de la quebrada Saguanchi, así como fallas transcurrentes al norte de la misma en el río Machángara.

El primer conjunto de fallas tienen un rumbo NNW y buzamiento de 60° hacia el sur, las cuales afectarían a la Unidad de Basamento. Sin embargo, no corta a la formación Cangahua, más reciente.

El segundo conjunto de fallas descrito, está formado por fallas normales con rumbo E – W y buzamiento 80° sur.

El tercer conjunto de fallas normales en el sector de Saguanchi tiene rumbo N45° a N55° buzando 40° hacia el SE y afecta a la formación Cangahua y los suelos recientes.

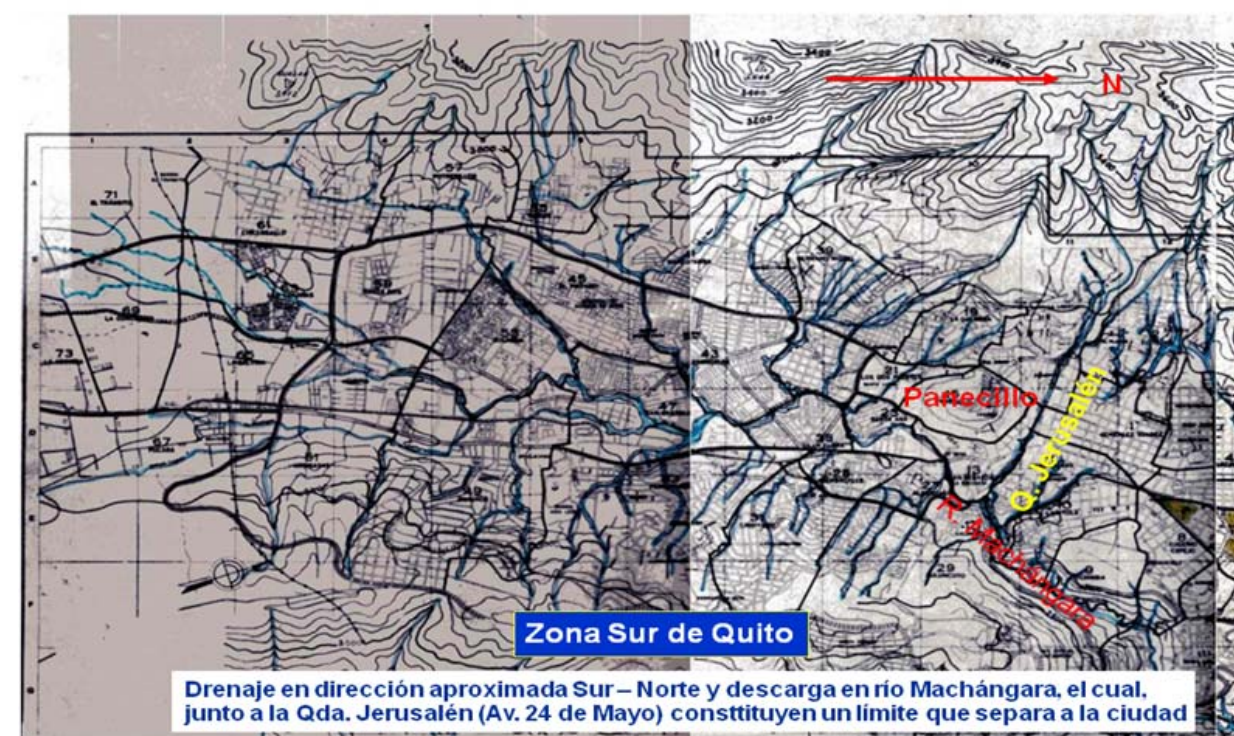
De otra parte, sobre la Loma de Puengasí, se identificaron lineamientos con rumbo NW-SE y cambios de dirección en ciertas quebradas, mediante la interpretación de fotografías aéreas.

Las fallas transcurrentes se localizan en el sector de Guápulo y afectan a la formación Machángara; tienen dirección aproximada E-W, buzamiento subvertical y segmentaría la falla de Quito. Villagómez (2003) asigna a estas estructuras una cinemática transcurrente sinistral.

A continuación se describe cómo la zona de estudio ha sido afectada por las fallas y los diversos deslizamientos.

Al sur del Panecillo (Figura 7.48), la ciudad está asentada en depósitos lagunares y fluvio lacustres, producto del deshielo de las partes altas, que se inició hace unos 12 - 15.000 años. Las compresiones tectónicas con dirección E-W han generado cabalgamientos y fallas inversas subverticales N-S, así como fallas conjugadas con movimientos transcurrentes (horizontales).

Figura 7.56 Zona Sur de Quito



Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo / 2010.

Las fallas de sentido N-S son predominantes y levantan bloques (o podría tratarse de una falla inversa) en la zona cercana al cambio de pendiente en el inicio de La Ferroviaria.



7.1.6. Geotecnia

Las características geotécnicas de los materiales de los suelos en Quito representan una generalización para las unidades litológicas del área de estudio.

La cangahua es, en general, un material heterogéneo y es el mejor caracterizado desde el punto de vista de su resistencia al corte.

Los depósitos coluviales en el área de estudio son también heterogéneos y principalmente de matriz fina, algunos originados en cangahua y otros en los suelos volcánicos. Las características físico-mecánicas de este material en el área de estudio serían correlacionables con aquella de matriz fina, encontrada y caracterizada en la zona al norte, aunque su comportamiento depende mucho de las condiciones de humedad y del grado de saturación.

Las lavas parecen ser del mismo tipo en las laderas del volcán Pichincha y su caracterización ha sido realizada a través de ensayos de corte directo y carga puntual.

Los suelos volcánicos del área de estudio parecen ser similares a los encontrados por encima de los 3.200 msnm en la zona norte y fuera del área de estudio. Las características de resistencias al corte, efectivas y totales de estos materiales parecen también ser similares.

Los conos de deyección y el depósito de flujo de lodo en el área de estudio pueden tener el mismo origen pero con características y comportamientos geotécnicos distintos a los identificados en zonas cercanas debido a su espesor y condiciones hidrogeológicas. Para estos materiales no se obtuvieron características físico-mecánicas, pues se encuentran mayormente recubiertos por una capa gruesa de cangahua.

Aspectos geológico-geotécnicos generales

En términos generales, el área de estudio está cubierta superficialmente en su mayoría por cangahuas depositadas periclinamente bajo los 3.200 msnm sobre lavas, conos de deyección y flujo de escombros, y por suelos volcánicos depositados encima de los 3.200 msnm sobre lavas. También se presentan como cobertura superficial por debajo de los 3.200 msnm: coluviales en las laderas, aluviales recientes, rellenos y escombros en las quebradas.

La cangahua en general es un material heterogéneo, poco plástico, con variaciones laterales y verticales de su granulometría y grado de cementación, es mayormente impermeable tanto en estado inalterado como remoldeado y compactado, pero puede ser erosionada por el agua, el viento y la intemperización. Presenta intercalaciones decimétricas (1,2 m de espesor) de capas de arena y grava fina de pómez (lapilli), fácilmente erosionables por el agua y el viento.

La cangahua en el área de estudio tiene espesores que varían entre 6 a 20 m y es mayormente del tipo limo arenoso y areno limoso. Sus propiedades en la zona sur de Quito corresponden a un suelo limoso (ML) con límites líquidos (LL) que varían entre 25,3 a 37,45; IP entre 2,7 y 10,86, con un porcentaje de humedad (W%) entre 21,5 y 39 y peso específico de 1,94 gr/cm³.

Hacia el norte del área de estudio las cangahuas de tipo limo arenosa y areno limosa corresponden a suelos ML (suelo limoso) y SM (suelo arenoso).

La permeabilidad in situ en estratos de cangahua y en muestras compactadas del material ha dado valores del orden de 0,00001 cm/s en ambos casos. Esto permite confirmar la poca permeabilidad del material inalterado y la estanqueidad del mismo, en caso de ser utilizado para terraplenes o rellenos compactados.

Los taludes en cangahua, verticales y desprotegidos presentan erosión progresiva a través de caídas de bloques decimétricos a métricos. Este fenómeno es de pequeña magnitud, pero puede ocurrir muy a menudo, de forma violenta y rápida, con una probabilidad de ocurrencia alta. Los taludes y escarpes verticales en cangahua constituyen una zona de alta peligrosidad y riesgo en el área de estudio.

La mayor parte de deslizamientos en cangahua se ubican en laderas con pendientes entre 15° y 35° según el método de Brabb.

Al norte del área de estudio se ha recomendado una relación de 1H:3V para taludes en cangahua de hasta 10 m de altura en zona urbana, y cuando la roca esté muy fracturada la relación debería ser 1H:1V. Los taludes deben ser protegidos contra la erosión, a través del control del drenaje superficial, recubrimiento con vegetación o materiales apropiados, inclusive muros al pie y cabeza del talud, retiros adecuados al tope y pie del talud. El material puede ser excavado manualmente y por métodos mecánicos.

Los suelos volcánicos se ubican sobre los 3.200 msnm con espesores de 2 a 6 m, son poco consolidados, fácilmente erosionables constituidos de arenas limosas cafés y suelos limosos orgánicos negros, intercaladas con cenizas y lapilli de pómez. Estos suelos originan reptaciones, deslizamientos de tipo traslacional, con una superficie de rotura localizada en el contacto con la lava y deslizamientos rotacionales. Estos suelos constituyen zonas de alta susceptibilidad y peligrosidad por deslizamientos. La mayor parte de los deslizamientos en laderas en este material están entre los 15° y 35° según el método de Brabb, aunque existen también deslizamientos en el rango entre 35° y 45°.

Las lavas son rocas masivas, frescas y muy fracturadas, localmente intercaladas con brechas y se ubican sobre los 3.200 msnm. Afloran principalmente en las quebradas y canteras abandonadas donde forman taludes muy inclinados y verticales, y en algunos sitios en contrapendiente. Estas lavas tienen permeabilidad secundaria por fracturación que se expresa a través de manantiales ubicados entre 3.130 y 3.520 msnm.

Los taludes verticales de lava originan caídas de rocas de pequeña y mediana magnitud, rápidas y violentas, poco frecuentes, pero constituyen sitios de alta amenaza y riesgo en el área de estudio. Fenómenos geodinámicos en



este tipo de material se ubican en laderas con pendientes por encima de los 35°, según el método de Brabb, y en general, para taludes mayores que 60° según otros criterios.

Los coluviales se ubican principalmente por debajo de los 3.200 msnm, están compuestos por bloques decimétricos a métricos de lavas en una matriz areno-limosa medianamente compactada. Presentan deslizamientos rotacionales pequeños y traslacionales en pendientes entre los 10° y 40° según el método de Brabb.

Hacia el norte y fuera del área de estudio los coluviales finos con matriz limo-arenosa (arenas limosas) poco o medianamente consistentes han sido clasificados como CL-ML, MH, SM. Para la matriz de tipo MH la densidad natural varía entre 1,51 a 1,8 gr/cm³, la cohesión entre 0 y 0,7 kg/cm², y el ángulo de fricción entre 24 y 27°. La cohesión (Cu) entre 0,2 y 0,9 kg/cm² y el ángulo de fricción (ϕ_u) entre 0 y 14°. Sin embargo, el material coluvial ubicado en la zona sur tiene cohesión de 0,49 kg/cm² y un ángulo de fricción de 14°.

Los aluviales recientes que se ubican en los cauces de las quebradas presentan una composición variable y menor a 3 m. Hacia el norte y fuera del área de estudio los aluviales han sido clasificados como SM y GW, su densidad natural varía entre 1,7 y 1,9 gr/cm³, la densidad saturada entre 1,9 y 2,1 gr/cm³, la cohesión es igual a 0 y el ángulo de fricción varía entre 28° y 35°.

Los rellenos y escombros que se encuentran en los cauces de las quebradas principalmente por debajo de los 3.000 msnm corresponden a arenas limosas y limos arenosos, con escombros de construcción y basura. El espesor de los rellenos alcanza hasta 20 m y el de los escombros hasta 5 m. Los rellenos por ser más antiguos son materiales más compactados que los escombros, sin embargo se ha observado inestabilidad por hundimientos en algunos de ellos.

Un tipo de relleno ubicado en la zona sur está compuesto por arena fina café oscura, de ligera plasticidad y compacidad relativa suelta (SM) con LL entre 24,8 y 34,3; IP entre 0,8 y 7,64, porcentaje de humedad (W%) entre 13 y 34.

Se considera a los rellenos y los depósitos de escombros como materiales permeables y de fácil infiltración, por lo tanto muy susceptibles a deslizamientos y erosión por el agua. La evaluación de su estabilidad debe considerar superficies de rupturas circulares y también la zona límite entre el escombros y su base en el caso de estar ubicado en pendientes, para condiciones a corto y largo plazo, estáticas y pseudoestáticas.

Los valores de los parámetros geotécnicos de los materiales expuestos anteriormente constituyen una referencia utilizable para el caso de prediseño. Para el diseño de obras se deben utilizar los resultados del reconocimiento geotécnico de cada sitio.

El peligro sísmico relacionado con una aceleración de 0,26 g (método probabilístico) parece ser poco frecuente y con una probabilidad de ocurrencia baja. El método determinístico señala sin embargo aceleraciones entre 0,2 y

0,25 g en relación a la falla de Quito. Estos valores pueden ser considerados para las evaluaciones de la estabilidad pseudoestática de taludes y laderas.

Identificación y caracterización de las unidades de igual comportamiento geotécnico

Las pendientes críticas de rotura en las unidades cangahua, suelos volcánicos y coluviales fueron escogidas para dos condiciones de humedad del suelo, actuando con o sin la presencia de sismos como factores desencadenantes de los deslizamientos más comunes en el área de estudio. Como resultado se tienen dos escenarios más probables que corresponden a condiciones de humedad normal (m=0) y con un nivel freático (m=0,25). Los escenarios extremos corresponden a las condiciones de humedad anteriormente citadas durante la ocurrencia de sismos.

Las unidades lavas, rellenos y escombros fueron analizadas de acuerdo a sus especiales características.

La unidad geotécnica lavas es de calidad media según la clasificación RMR y SMR. Los taludes de varias canteras abandonadas pueden presentar potenciales rupturas de tipo basculamiento, cuña y planar para ángulos de fricción del diaclasamiento entre 40 y 60°.

La unidad geotécnica cangahua presenta las siguientes pendientes críticas para deslizamientos traslacionales superficiales en las laderas: 37° para condiciones de humedad normal, 34° para una relación de m= 0,25; 26° para condiciones de humedad normal y sismo y 6° para una relación de m= 0,25 y sismo. Las áreas afectadas por fenómenos geodinámicos representan solo un pequeño porcentaje del total ocupado por la unidad.

La unidad geotécnica suelos volcánicos presenta las siguientes pendientes críticas para deslizamientos traslacionales superficiales en las laderas: 29° para condiciones de humedad normal, 24° para una relación de m= 0,25; 16° para condiciones de humedad normal y sismo y 3° para una relación de m= 0,25 y sismo.

La unidad geotécnica coluviales gruesos presenta las siguientes pendientes críticas para deslizamientos traslacionales superficiales en las laderas: 37° para condiciones de humedad normal, 34° para una relación de m= 0,25; 26° para condiciones de humedad normal y sismo y 2,8° para una relación de m= 0,25 y sismo.

La unidad geotécnica coluviales finos presenta las siguientes pendientes críticas para deslizamientos traslacionales superficiales en las laderas: 27° para condiciones de humedad normal, 23° para una relación de m= 0,25; 15° para condiciones de humedad normal y sismo y 9° para una relación de m= 0,25 y sismo.

La unidad geotécnica rellenos y escombros con grados de compactación menores que 90% y una gran heterogeneidad del material presentan hundimientos puntuales lentos en los rellenos y erosión superficial en los escombros. Es una zona de alta peligrosidad para el desarrollo de obras de infraestructura y vivienda.

En los taludes de excavaciones y de quebradas conformados por cangahua con alturas entre 10 y 25 m, la franja de seguridad podría variar entre 5 y 8 m y en los taludes con altura entre 4 y 10 m, la franja de seguridad podría



variar entre 2 y 3 m, cuando el material no está meteorizado por efectos de alguna medida de protección contra la meteorización.

Cuando el material esté meteorizado los taludes de excavación y de quebradas con alturas entre 10 y 25 m deberían tener una franja de seguridad entre 5 y 22 m. Y en los taludes con altura entre 4 y 10 m la franja de seguridad podría variar entre 1 y 10 m. Por lo tanto, la franja de seguridad actual de 10 m está comprendida entre los valores máximos y mínimos de b para taludes de tipo A, en condiciones de ruptura con material meteorizado y no meteorizado. Para el caso de taludes tipo B, la franja de seguridad de 10 m comprende los valores mínimos y máximos de b, en condiciones de ruptura en material meteorizado y no meteorizado.

El espacio de la franja de seguridad ubicado al borde de quebradas, en la zona urbana, debería ser aprovechado para la ubicación de alcantarillas perimetrales, el reforzamiento del borde del talud con muros, la construcción de cerramientos, vías perimetrales, o espacios verdes.

La ordenanza municipal recomienda utilizar el valor de 30° como el máximo límite permisible de constructividad en las laderas, este valor está por debajo de las pendientes críticas para los escenarios probables en la cangahua. Sin embargo, está por encima de las pendientes críticas para los escenarios extremos. Igual resultado se observa para los coluviales gruesos. Para los suelos volcánicos y coluviales finos el valor de 30° está por encima de las pendientes críticas para los escenarios probables y extremos.

Investigaciones efectuadas en el área de estudio

Como área de estudio se definió una franja de 500 m de ancho alrededor del trazado del Metro de Quito en la cual se realizaron las siguientes actividades:

- Definición de la estratigrafía mediante análisis de los testigos obtenidos en las perforaciones.
- Elaboración del perfil geológico-geotécnico mediante zonificación de las distintas unidades litoestratigráficas.
- Correlación estratigráfica de las columnas litológicas obtenidas en los sondeos.
- Definición de las propiedades físico-mecánicas de los diferentes niveles estratigráficos, mediante ensayo de muestras en el laboratorio y establecimiento de propiedades elásticas de las capas, metro a metro en profundidad, mediante el empleo del método Down Hole.
- Elaboración del mapa geotécnico a nivel del eje del túnel, empleando la información obtenida en los sondeos mecánicos, resultados de los análisis de laboratorio y las propiedades elásticas obtenidas por el método Down Hole.

Resultados obtenidos

Para la caracterización geológica geotécnica del área de estudio, se realizaron investigaciones de campo y de laboratorio. El proyecto de trazado fue dividido en tres zonas denominadas Sur, Centro y Norte (ver Anexo 2 Mapa de Zonificación Geotécnica). Los trabajos se realizaron siguiendo esa secuencia.

Sondeos mecánicos

Para la ejecución de las perforaciones se utilizaron taladros Longyear -24, -38 y -48. Para estabilizar las paredes de los sondeos, se utilizó tubería de revestimiento de 114,30 mm (HW) y de 88,90 mm (NW) hasta el final.

El método de avance fue a rotación con SPT cada metro, con excepción de los primeros 15 metros del sondeo SMQ-2, que se llevaron a cabo en seco con el método de avance a percusión. El avance a rotación se ejecutó con diámetro de perforación 96,00 mm (HQ) y de 75,70 mm (NQ).

En los sondeos se ejecutaron ensayos SPT cada metro, se tomaron muestras Shelby en suelos con número de golpes de SPT inferiores a 14 y núcleos de perforación parafinados en suelos más consolidados, para los análisis correspondientes.

Se realizaron ensayos de permeabilidad Lefranc, en tramos en los que el terreno se presentaba estable por lo menos en 3 m (para que la prueba fuera representativa).

Se instalaron piezómetros abiertos de PVC de 2½" de diámetro en cada sondeo. Se los protegió con un tubo metálico de 3" con tapa y candado, empotrado en una loseta de hormigón en la que se escribieron los datos de cada sondeo.

En los sondeos en que se presentó nivel freático se tomaron muestras del agua para la ejecución de ensayos químicos.

Ensayos de laboratorio de suelos

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Ensayos de clasificación, que incluyen contenido de humedad, límites de Atterberg y granulometría, en muestras seleccionadas de los sondeos, alteradas o inalteradas. Los suelos se los clasificó según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS. (ASTM D2487).
- Ensayos de compresión simple en muestras inalteradas de suelo, obtenidas de los sondeos, con la finalidad de determinar su resistencia in situ.
- Ensayos de corte triaxial, tipo U.U. y C.U. en probetas talladas de las muestras inalteradas, para determinar los parámetros de corte de los suelos a corto y largo plazo.



- Ensayos de determinación de la densidad natural de los suelos en todas las muestras inalteradas talladas y ensayos de peso específico de los suelos, en algunas muestras.
- Ensayos para la determinación del Cambio Potencial de Volumen, en los suelos finos, según el procedimiento descrito en Jiménez Salas, con la finalidad de descartar presiones excesivas de expansión o diseñar medidas para contrarrestarlas.
- Ensayos de consolidación en muestras talladas.

Investigaciones en la Zona Sur

Se perforaron ocho sondeos mecánicos, de los cuales 7 se ejecutaron con un taladro Longyear -38 y el sondeo SMQ-19 fue ejecutado con un taladro Longyear -24.

Análisis de aguas

Se realizaron análisis químicos de muestras de agua obtenidas de cada uno de los ocho sondeos realizados en la zona sur.

Ensayos Down Hole

En las investigaciones con sondeos se había previsto realizar determinaciones de parámetros mecánicos con presiómetro o dilatómetro y Down Hole.

En esencia los equipos presiométricos y dilatómétricos son muy similares y el equipo dilatómétrico disponible era un Gato Goodman modelo 52101, apropiado por sus características técnicas (lectura mínima en el medidor 0,01mm = 7MPa, excesivo para rocas granulares blandas) solo para ser empleado en rocas resistentes y no en rocas blandas como las que se encontraron. Además, con equipos de este tipo, tanto en rocas resistentes como en rocas blandas solo se determina el Módulo de Young (E).

Lo anterior planteó la necesidad de seleccionar un equipo diferente para la determinación de un mayor número de parámetros mecánicos y también dinámicos; bajo estas condiciones se eligió el equipo Down Hole, que tenía capacidad de realizar la determinación de parámetros en forma continua cada metro a lo largo de la profundidad del sondeo y establecer los siguientes parámetros:

Radio de Poisson (ν): es la relación entre las deformaciones de un cuerpo que está sometido a un esfuerzo.

Módulo de Cizalla (G_{max}): también conocido como Módulo de Rigidez, se refiere a la resistencia de un cuerpo ante un esfuerzo de cizalla.

Módulo de Young (E): se refiere a la resistencia de un cuerpo ante un esfuerzo extensivo.

Módulo de Volumen o Balasto o Incompresibilidad (K o E_v): es la respuesta de un cuerpo ante un esfuerzo compresivo. Mientras más difícil resulte comprimir el material, mayor es el valor de K.

Módulo de Compresibilidad Edométrico (Ed): se refiere al incremento de la tensión de un cuerpo con respecto a la deformación.

Modulo de Deformación Estático $E_{0,1\%}$: para el análisis de asentamientos en arenas (aluviones granulares) es conveniente que se use el módulo de corte que corresponde a una deformación angular de 0,1%. Para los cálculos presentados se usaron las relaciones reportadas por Fahey (1993) y Mayne (2001).

qa: Capacidad de Carga Permisible

Fa: Factor de Amplificación sísmico (método de Midorikawa).

Fa*Aroca=A nivel investigado:

Con el equipo Down Hole, se realizó la determinación de los parámetros antes indicados en los 18 sondeos perforados a lo largo de la Línea del Metro de Quito correspondientes a las tres zonas: Sur, Centro y Norte.

Investigaciones en la Zona Centro

Se perforaron cinco sondeos mecánicos en el sector. Los sondeos SMQ-29, SMQ-33 y SMQ-41 fueron perforados con un taladro Longyear -38, mientras que los sondeos SMQ-30 y SMQ-38 fueron ejecutados con un taladro Longyear -44.

Análisis de aguas

Se realizaron análisis químicos de muestras de agua obtenidas de cada uno de los sondeos realizados en este sector.

Ensayos Down Hole

Se efectuaron ensayos Down Hole en todos los sondeos a cada metro de profundidad.

Investigaciones en la Zona Norte

Se perforaron cinco sondeos mecánicos en el sector. Los sondeos SMQ-55, SMQ-57 y SMQ-59 fueron perforados con un taladro Longyear -38, mientras que los sondeos SMQ-52 y SMQ-62 fueron ejecutados con un taladro Longyear -44.

Análisis de aguas

Se realizaron análisis químicos en muestras de agua obtenidas de cuatro de los cinco sondeos realizados en el sector.

Ensayos Down Hole

Se realizaron ensayos Down Hole en todos los sondeos y a cada metro de profundidad.



Perfiles geológico – geotécnicos

Para la realización del perfil geológico-geotécnico a lo largo del eje del Metro de Quito, se analizó una variedad de información relacionada con sondeos realizados en la ciudad de Quito, tanto de tipo geológico, hidrogeológico como geotécnico.

Perfiles de los sondeos de investigación del año 2004

Durante el año 2004 se realizaron ocho perforaciones de pozos de investigación, estas perforaciones fueron realizadas mediante el método de rotopercusión con recuperación de testigos, por lo cual las cajas con los mismos, todavía se conservan en las bodegas de la EMAAP, lo cual permite reinterpretar la litoestratigráfica de los sondeos. Las columnas estratigráficas se presentan en el Anexo 2 Columna Estratigráfica Sondeos 2004.

Columnas estratigráficas de los sondeos antiguos en la Zona Sur

Existen registros de perforaciones antiguas de explotación de agua que han sido ejecutados con anterioridad a 2004, los cuales han sido reinterpretados, de acuerdo a las definiciones estratigráficas realizadas por Alexandra Alvarado, en su Tesis de Grado de la EPN. Las columnas estratigráficas de la zona Sur, se presentan en el Anexo 2 Columna Estratigráfica Sondeos Zona Sur.

Columnas estratigráficas de los sondeos antiguos en la Zona Norte

Existen registros de perforaciones antiguas de explotaciones de agua que han sido ejecutados con anterioridad a 2004, los cuales han sido reinterpretados, de acuerdo a las definiciones estratigráficas realizadas por Alexandra Alvarado, en su Tesis de Grado de la EPN. Las columnas estratigráficas de la Zona Norte, se presentan en el Anexo 2 Columna Estratigráfica Sondeos Zona Norte.

Columnas estratigráficas de afloramientos y excavaciones

Se recopilaron las columnas estratigráficas de excavaciones a cielo abierto y afloramientos, levantadas también por Alexandra Alvarado en su Tesis de Grado, las mismas que fueron procesadas en archivo CAD y que son presentadas en el Anexo 2 Columna Estratigráfica de Afloramientos y Excavaciones.

Perfiles de los sondeos eléctricos verticales (SEV)

La EMAAPQ realizó en Quito quince sondeos eléctricos verticales SEV, durante el año 2004, cuyos registros constan en el Anexo 2 Sondeos Eléctricos Verticales.

Los parámetros utilizados para la elaboración del Perfil Geológico Geotécnico se indican en el Anexo 2 Perfil Geológico Geotécnico).

Se emplearon los Registros de Perforación (ver Anexo 1 Resumen General de Sondeos) y los resultados de los análisis de laboratorio y de las investigaciones Down Hole.

En la morfología se reflejan las características del terreno del sector por su pendiente y rasgos topográficos, características establecidas en estudios anteriores.

Dentro de la geología, se consignan los siguientes datos:

- Abscisas de ubicación de los sondeos.
- Ajuste de los contactos geológicos con base en los resultados de las perforaciones realizadas en las tres zonas.
- Simbología de los suelos existentes, para los que se ha empleado la clasificación SUCS obtenida en los análisis de laboratorio.
- Litología, correspondiente a los tipos de suelos atravesados con las perforaciones.
- Espesor de las capas de suelo, señalando la potencia de cada tipo de material en la misma columna, cuando ellas se presentan en forma alterna, con lo cual simultáneamente se señala el número de veces que se repite la capa en un mismo sondeo.
- Materiales a encontrarse en la sección de excavación del túnel del Metro, tanto en el techo como en el piso y en la parte central, partiendo de la consideración que el mismo tendrá 10 m de recubrimiento, equivalente a un diámetro (1D), lo que aparentemente parece poco para el tipo de terreno existente (especialmente para los pasos de la quebrada El Tránsito y río Machángara), por lo que se podrán necesitar obras de mejoramiento del terreno y/o profundización en la ubicación del túnel en la zona del Panecillo. Por el contrario, la línea deberá atravesar el sector a mayor profundidad.

En lo referente a la geotecnia, se consideraron los siguientes parámetros (para los suelos que serán excavados durante la construcción del túnel y en los sitios donde se encuentran los sondeos).

- Número de golpes N, obtenidos en cada uno de los ensayos SPT, que abarca la altura de 10 m y los golpes promedios (Np) para dicho tramo.
- Clasificación SUCS de los suelos que cruzará el túnel considerando su sección en tres partes: techo, centro y piso.
- Parámetros geotécnicos obtenidos en los ensayos y correspondientes a valores promedios de los suelos a atravesar. Los parámetros considerados y reflejados en la tabla son: módulo de corte dinámico (G), velocidad de las ondas transversales o de corte Vs, cohesión, ángulo de fricción, densidad natural y resistencia a la compresión.

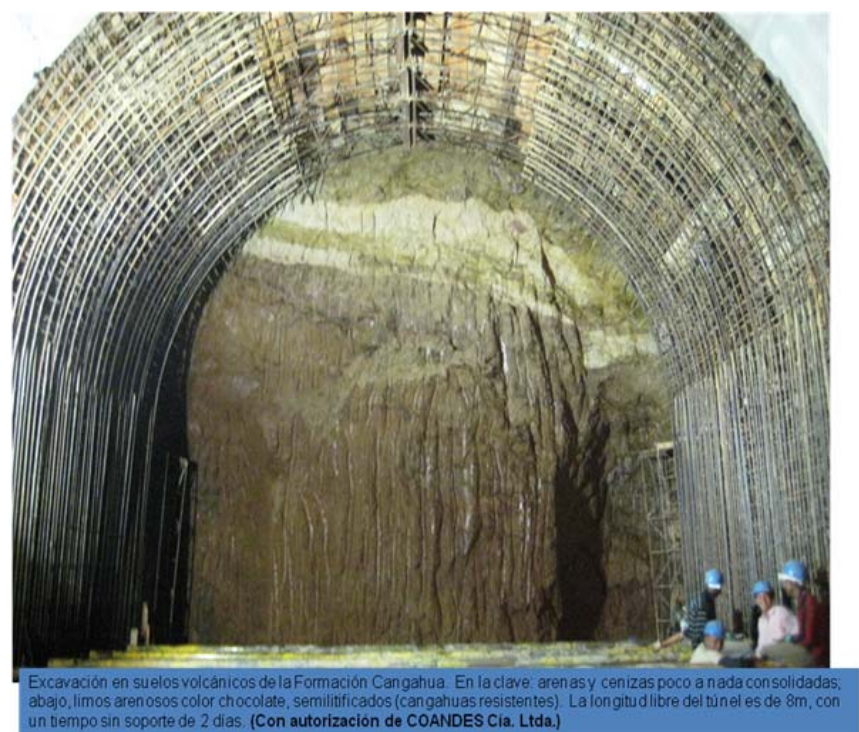
En la clasificación de Barton, se ha propuesto la clasificación del terreno (calidad y clase de roca) para el túnel con base en el Índice Q de Barton, partiendo de la correlación velocidad de las ondas Vp & Índice Q.

Figura 7.57 Túnel para encauzamiento del río Machángara, sector El Trébol



Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo 201

Figura 7.58 Excavación en suelos volcánicos de la Formación Cangahua



Fuente: Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. Medio Geológico-Geotécnico para la construcción del Tren Subterráneo en la ciudad de Quito; Ing. Vladimir Játiva Sevilla, Mayo 2010

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

En el Mapa Tectónico del Valle de Quito cabe resaltar la presencia de dos estructuras importantes: la Falla de Quito (FQ) y la Falla Botadero (FB). La primera estructura (FQ) se inicia al sur de Quito y sigue hacia el Norte con una dirección hacia el Este para luego cambiar a una dirección Norte-Sur y termina en la segunda estructura (FB) que corresponde a una cola de caballo denominada Falla Botadero. Se identifican fallas normales al sur de la estructura Ilumbisí – Puengasí, de dirección aproximada N – NNE, en el sector de la quebrada Saguanchi, así como fallas transcurrentes al norte de la misma en el río Machángara. Las fallas de dirección NNE identificadas son Pichincha 1, Pichincha 2, La Carolina, El Inca, Monjas 1, Monjas 2, Nayón, Ilumbisí, así como las de dirección NE: Machángara y Cumbayá y la de dirección NW: El Batán. Estas fallas podrían influenciar la construcción del Metro de Quito.

La zonificación geológica geotécnica en planta a nivel del túnel del Metro, se realizó en función de la información que se obtuvo de las perforaciones, que permitieron establecer las diferentes capas de material, su litología y clasificación en función de los análisis de laboratorio.

Los materiales encontrados con las perforaciones corresponden geotécnicamente a suelos medianamente consolidados a rocas muy blandas.

Los registros de los sondeos de este sector, así como los resultados de los ensayos de laboratorio indican que los suelos están conformados por una alternancia de capas limo arenosas, arcillo arenosas, arcillo limo arenosas, arenas limosas y arcillosas, todos de baja plasticidad. En menor grado se presentan arenas limpias, que corresponden a niveles pumíticos, y limos de alta plasticidad asociados con turba y suelos orgánicos.

Las capas de materiales señalados anteriormente yacen en diferente orden de arriba hacia abajo; la alternancia de los materiales en cada sondeo es totalmente diferente, aunque se trata siempre de materiales de origen volcánico piroclásticos y lacustres, a veces retransportados y por lo general cubiertos de espesores variables de materiales antrópicos.

Los suelos se presentan estables, con un grado de cementación típico de las cangahuas, que les permite soportar taludes verticales altos.

Recomendaciones

Realizar una campaña de perforaciones para disminuir la distancia entre los sondeos ejecutados, a fin de que se pueda establecer la continuidad en extensión y en profundidad de las litologías encontradas, así como sus características geotécnicas. En los sitios de las estructuras profundas, considerando su magnitud, será necesaria la perforación de sondeos adicionales.

Para las estructuras profundas es recomendable la construcción de muros anclados mientras se baja con la excavación hasta encontrar suelos de mejor calidad. En la descripción de los suelos de cada sondeo se definen las profundidades de cambios de estratos y de calidad de suelo.

Establecer con mayor precisión las características hidrogeológicas, especialmente la capacidad de entrega de agua de los acuíferos por los que cruzara el túnel. Se debe programar pozos de bombeo y de observación. Para los ensayos de permeabilidad solo se recomienda el tipo Lefranc, ya que el tipo de material no permite ejecutar ensayos Lugeon.

7.1.7. Sísmica pasiva

Una amenaza natural se convierte en un desastre debido a condiciones subyacentes como vulnerabilidad social, física, económica e institucional.

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) las amenazas más frecuentes son los deslizamientos e inundaciones, producto de las expansiones de la frontera urbana y agrícola a los páramos y bosques protectores, además de los asentamientos humanos en sitios no aptos para su habitabilidad. La demanda de espacios habitables por el incremento demográfico en el DMQ, compromete las perspectivas planificadas en el ordenamiento urbano sobre todo en la última década, e incrementa los riesgos de la población.

La susceptibilidad, generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. Asimismo, la susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones del terreno para que puedan ocurrir eventos ya sea deslizamientos, inundaciones, hundimientos, flujos de lodo y escombros, entre otros.

La amenaza es un fenómeno potencialmente destructor, de origen natural, antrópico o mixto (por ejemplo, ciertos deslizamientos de terreno, inundaciones, sequías, epidemias), capaz de afectar a un territorio definido por la presencia y la importancia de los elementos que se ubican en el (habitantes, bienes, actividades, etcétera). Puede caracterizarse por: su naturaleza, intensidad, extensión espacial y también frecuencia.

La amenaza sísmica es la probabilidad de que en una región determinada ocurran vibraciones sísmicas con un cierto nivel de intensidad o magnitud, en un período preestablecido. Ya que fenómenos como los terremotos obedecen a causas activas su ocurrencia puede considerarse como una variable estacionaria en el tiempo; es decir, donde han ocurrido grandes terremotos, es probable que en el futuro ocurran otros de magnitud similar.

El nivel con el que las vibraciones sísmicas llegan a un sitio depende de varios factores: la magnitud del terremoto, la distancia desde la falla (fractura) hasta un sitio de interés, y, el llamado “efecto local”, que depende de los tipos y espesores de suelos, el relieve y la topografía. Los suelos blandos depositados sobre las rocas, amplifican las vibraciones sísmicas y, por lo tanto, los daños tienden a ser mayores.

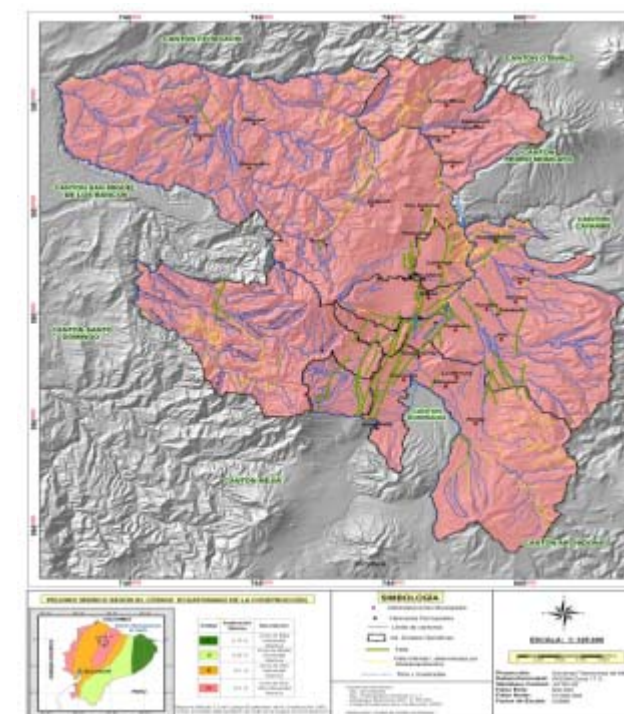
Las vibraciones generan efectos secundarios, principalmente deslizamientos y licuación de suelos, conformado por depósitos arenosos con alto contenido de agua, se comportan como líquidos al paso de las vibraciones, de modo que estructuras que estén cimentados sobre ellos pueden hundirse parcialmente (ver Anexo 2 Mapa de Amenazas y Mapa de Riesgo Sísmico).

Análisis del peligro sísmico

El análisis de la amenaza o peligro sísmico consiste en el cálculo de las probabilidades de ocurrencia de un nivel mínimo de movimiento del terreno ocasionado por un terremoto. Generalmente, este análisis se resume en curvas de amenaza sísmica, las cuales muestran la probabilidad anual de excedencia versus la intensidad del movimiento del terreno.

Fundamentalmente, las etapas del cálculo consisten en la definición de las zonas fuentes sismogénicas, en la determinación de los parámetros de sismicidad para cada fuente y en la selección de las relaciones de atenuación para el movimiento del terreno, desde el hipocentro hasta el punto de estudio. La evaluación de la amenaza sísmica parte del supuesto que la actividad sísmica es un proceso sin memoria, representado por un modelo de Poisson y con una tasa de actividad constante en el tiempo.

Figura 7.59 Mapa de peligros sísmicos



Fuente: Atlas de Amenazas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito, 2010



El estudio de amenaza sísmica incluye la descripción de la tectónica regional, sismicidad histórica a nivel regional, zonas fuentes sismogénicas y relaciones de atenuación para la obtención de aceleraciones máximas y espectros de diseño.

El DMQ ha sido afectado por varios terremotos intensos, incluyendo cinco que produjeron una sacudida tan fuerte que algunos edificios se dañaron considerablemente y se produjeron muertes fatales. Estos terremotos ocurrieron en 1587, 1755, 1797, 1859 y 1868.

Especialistas que han realizado estudios en el Distrito Metropolitano de Quito han estimado la magnitud y la localización de terremotos que podrían afectar a Quito en el futuro, la intensidad del sacudimiento que podrían producir y, el daño que provocarían en las infraestructuras, basadas en el análisis de fallas geológicas del Ecuador y en los registros de terremotos pasados.

En 1992, para estudios de amenaza sísmica, se seleccionaron tres terremotos que representaban el rango de magnitudes y distancias posibles, para sus análisis detallados. El primer terremoto considerado fue de magnitud 8,4 localizado fuera de la costa (zona de subducción), a 200 km al occidente de Quito (SC); un terremoto regional de magnitud 7,3 localizado al interior del continente, 80 km al este de Quito (SCO); y un terremoto local de magnitud 6,5 ubicado a 25 km al norte de Quito (SL).

Para dicho análisis, Quito fue dividido en 22 zonas de acuerdo a sus diferentes tipos de suelos; se calculó la intensidad de sacudimiento en cada zona, para cada uno de los terremotos representativos potenciales, considerando la magnitud y la ubicación hipocentral.

Ocurrencia de eventos

Los eventos ocurridos en el DMQ han sido procesados, evaluados, analizados y estudiados. Mediante un sistema de información geográfica se creó una base de datos para georeferenciarlos espacialmente lo que ha permitido su análisis mediante superposición de mapas temáticos de los diferentes factores condicionantes, gracias al establecimiento de base de datos asociadas. Como resultado se tiene la densidad de ocurrencia de eventos, categorizados en:

MUY ALTA: Sector donde han ocurrido 3 o más eventos y depende de la distancia en que se encuentran dispersos.

ALTA: Sector en donde se han producido de 2 a 3 eventos, dependiendo de la distancia.

MEDIA: Áreas donde se han producido 2 eventos.

BAJA: Áreas donde ha ocurrido al menos un evento.

SIN OCURRENCIA O NULA: No existe ningún evento.

Conclusiones

Quito tiene una larga historia sísmica, por lo que es posible que ocurran terremotos destructores en el futuro. Algunos serán significativamente más fuertes que el de marzo de 1987 y ocasionarán daños mayores a la ciudad.

La ciudad de Quito no está preparada para un siguiente terremoto y su vulnerabilidad aumenta cada día, lo que causará una significativa pérdida de vidas humanas, de bienes materiales y daños en la economía, a menos que se reconozca y se comience a considerar la amenaza sísmica tomando medidas para poder manejarla.

Deben adoptarse medidas inmediatas para reducir la vulnerabilidad ante los terremotos destructivos. Por lo tanto, es necesario que el municipio del DMQ realice una actualización del Escenario Sísmico para la ciudad de Quito y sus alrededores, de tal manera que cuente con un Estudio del Peligro Sísmico a mayor detalle, debido a que en la actualidad solo se cuenta con uno a nivel local y regional, con el Código Ecuatoriano de la Construcción (2002).

Quito, tiene la oportunidad de preparar a sus ciudadanos, edificaciones y economía para el siguiente terremoto, pero solo se puede lograr un avance significativo en la reducción de las consecuencias físicas, sociales y económicas de los terremotos con el apoyo de la comunidad y con la acción centrada y permanente de líderes del gobierno, de las empresas privadas y de la comunidad.

Debería establecerse un Consejo Asesor para la seguridad sísmica en Quito, a fin de que se desarrolle y ponga en práctica, supervise y actualice regularmente, un amplio programa de manejo de riesgo sísmico. Los logros del proyecto del manejo del riesgo sísmico de Quito son un punto de partida para el trabajo de tal Consejo.

Los terremotos no generan muertes por sí solos, la debilidad de las construcciones es una de las principales causas de pérdidas de vidas humanas y daños materiales. Aplicando normas vigentes, es factible disminuir pérdidas futuras, como es el Código Ecuatoriano de la Construcción (2002).

7.1.8. Hidrogeología

Hidrogeología del Acuífero de Quito: Sectores Sur y Centro Norte del Distrito Metropolitano de Quito

Marco hidrogeológico

Desde el punto de vista hidrogeológico el Distrito Metropolitano de Quito se localiza sobre el acuífero del mismo nombre.

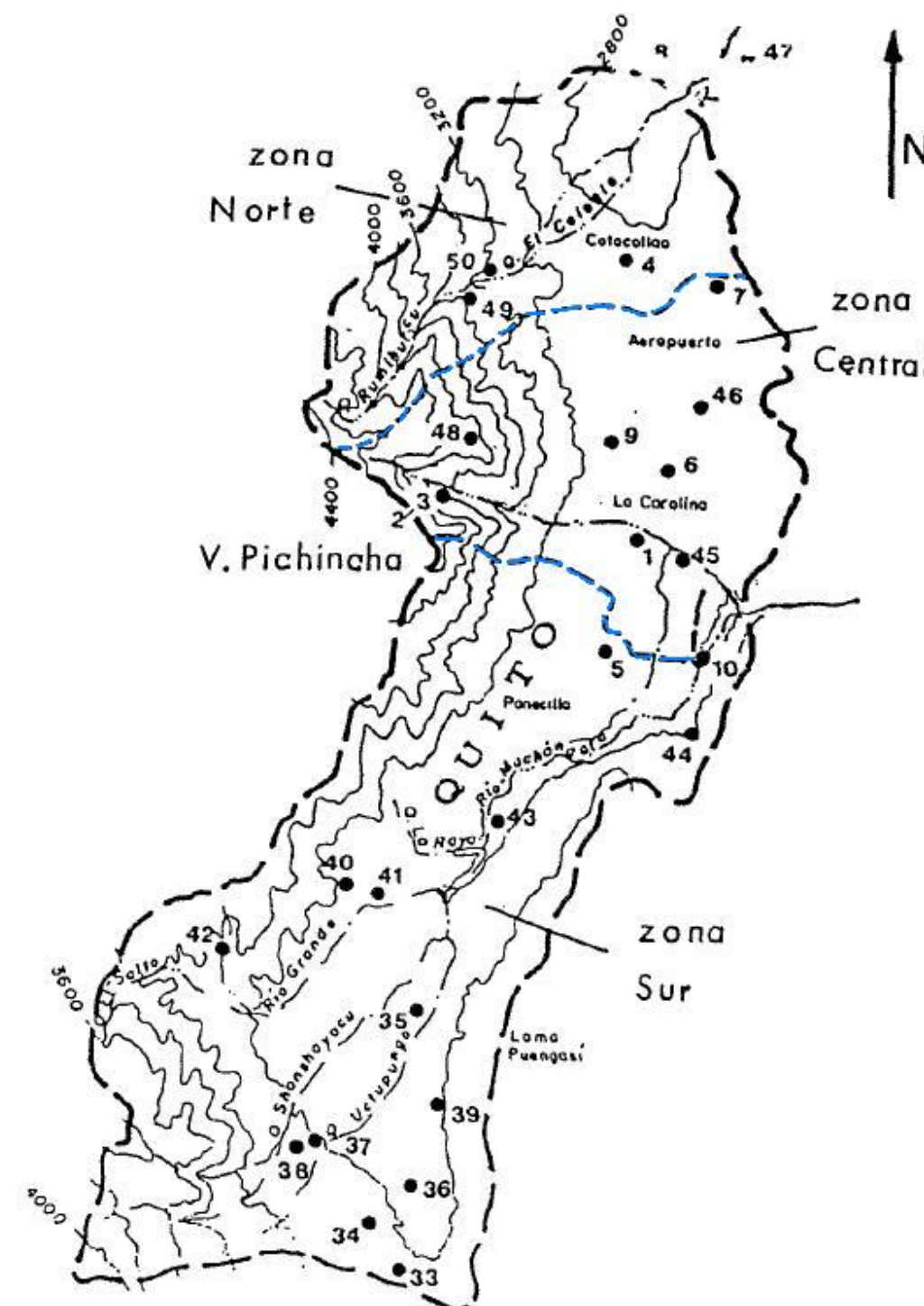
En el acuífero se identifican tres sectores (Figura 7.60):

Sector Norte: limitado por la cuenca superior del río Monjas y drenado por la quebrada del Colegio. Su límite sur, topográficamente poco marcado, estaría ubicado a lo largo de un eje equidistante entre el Aeropuerto y el Barrio de Cotacollao.

Sector Central: drenado por la quebrada El Batán, es el lugar donde convergen las redes de alcantarillado y varios colectores pluviales. Aunque la quebrada se une río abajo con el río Machángara, el acuífero central es totalmente independiente de éste y está separado de él por los relieves transversales del Panecillo y de la loma Puengasi.

Sector Sur: constituido por la parte superior de la cuenca hidrográfica del río Machángara, que abandona la cuenca por un valle estrecho y profundo. A lo largo de este no se observa ninguna zona de emergencia proveniente del sector central, lo que confirma la impermeabilidad de la zona oriental al nivel de la alineación Panecillo-Loma Puengasi. Debe destacarse que en el valle del Machángara se localizan numerosos manantiales (más de 100 l/s en Guápulo) que provienen de coladas andesíticas muy fracturadas que desempeñan el papel de drenajes privilegiados.

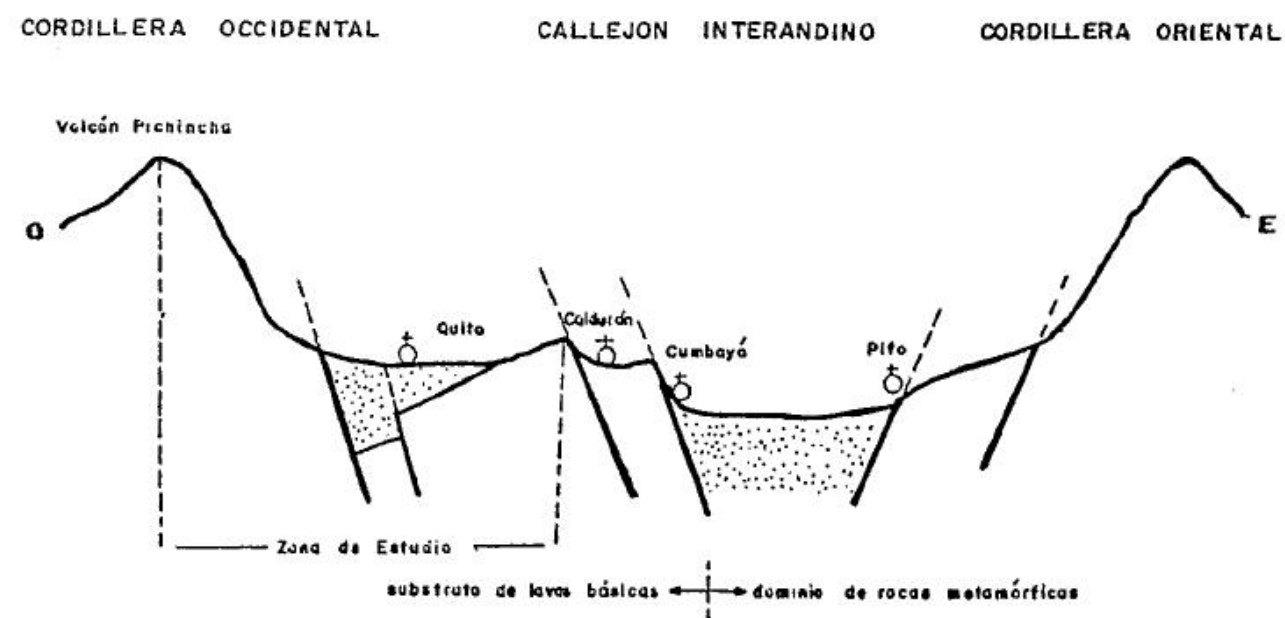
Figura 7.60 Sectorización del acuífero de Quito



Fuente: Aranyossy, J.F.; Pourrut, P. y Maldonado, A. Cubeta de Quito: Comportamiento general y problemática de la recarga natural del acuífero. 1994

Dicho acuífero se emplaza en una fosa de hundimiento lateral secundario en el sector occidental del callejón interandino (Figura 7.61).

Figura 7.61 Corte esquemático a través del callejón interandino con la ubicación de Quito



Fuente: Aranyossy, J.F.; Pourrut, P. y Maldonado, A. Cubeta de Quito: Comportamiento general y problemática de la recarga natural del acuífero. 1994

En general, las formaciones geológicas presentes en la zona son de origen volcánico y pueden diferenciarse, en lo que respecta a su depósito en tres fases:

- **Cretácico:** constituido por un sustrato de lavas básicas (diabasas, doleritas, etc.) posteriormente levantado y fuertemente inclinado en el transcurso de la orogénesis de la cordillera (formación Macuchi).
- **Terciario:** fase de volcanismo fisural que se manifiesta por coladas de lavas, principalmente andesíticas.
- **Pleistoceno y cuaternario:** fase de volcanismo principalmente explosivo con proyección de importante material piro clástico (bombas, lapillas, polvos y cenizas). Además, tres importantes glaciaciones son responsables de varios periodos de erosión intensa materializados por la alternancia de depósitos volcánicos, eólicos (de naturaleza impermeable) y fluviolacustres (de naturaleza permeable).

A efectos de la descripción y caracterización hidrogeológica del Acuífero de Quito y en relación con la ejecución y funcionamiento del Metro de Quito, el área de estudio se ha centrado entre las coordenadas 9965000; 9995000 de latitud sur y 490000; 510000 de longitud oeste, en las laderas orientales del macizo montañoso Pichincha que pertenece a la cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos (Figura 7.62).

Figura 7.62 Foto aérea de ubicación del área de estudio del acuífero



Fuente: Terra-Hidro

El acuífero de Quito hace 40 años que se aprovecha para uso doméstico e industrial. La Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable del Distrito Metropolitano de Quito (en lo sucesivo EMAAP/Q) lo utilizó hasta el año 1990 como principal fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Quito, especialmente para la zona centro-norte, mediante pozos perforados en el sector de La Carolina, El Ejido y La Mariscal. En el sector sur de la ciudad la explotación de agua subterránea está más encaminada al uso industrial, existen pocos pozos que se utilizan para uso doméstico, debido principalmente a las altas concentraciones de hierro que contiene el agua subterránea.

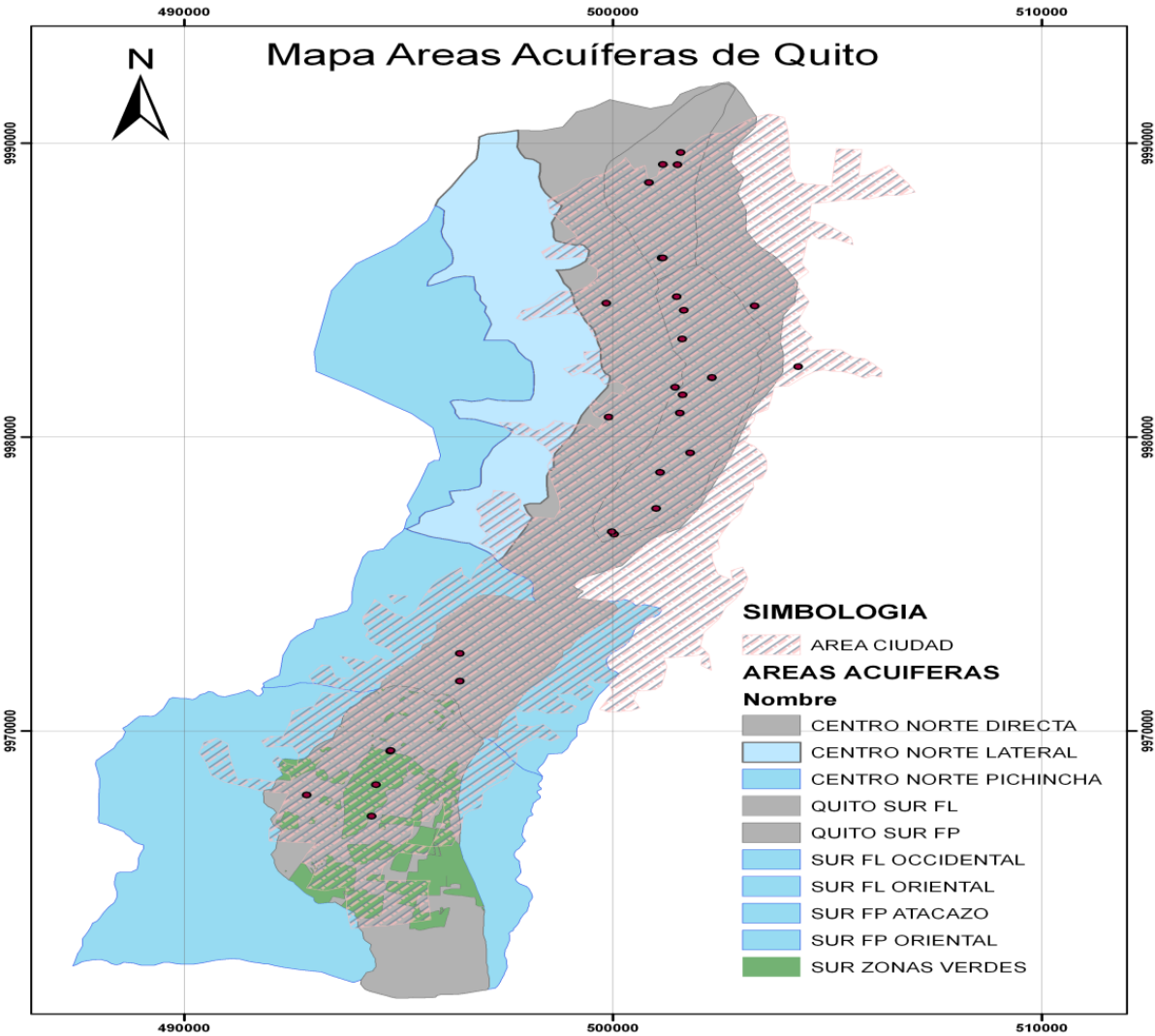
Sectorización hidrogeológica del Acuífero de Quito

Para el propósito del análisis preciso de la afectación del Metro de Quito al acuífero sobre el que se implantará, éste se ha sectorizado siguiendo los criterios establecidos en el *Proyecto Mapa Hidrogeológico del Distrito Metropolitano de Quito* desarrollado por el Departamento Acuífero de Quito de la Gerencia de Ingeniería de la EMAAP/Q en el año 2009.

Los criterios utilizados en la elaboración de dicho mapa han sido los siguientes:

- Régimen de funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos existentes: existencia de acuíferos libres y/o confinados y semi-confinados,
- Modo de la recarga: directa, lateral y lateral profunda.
- Formaciones acuíferas existentes en la vertical de la zona delimitada.

Figura 7.63 Sectorización del Acuífero de Quito



Fuente: EMAAP/Quito, 2009

Grosso modo se distinguen, por tanto, las siguientes zonas:

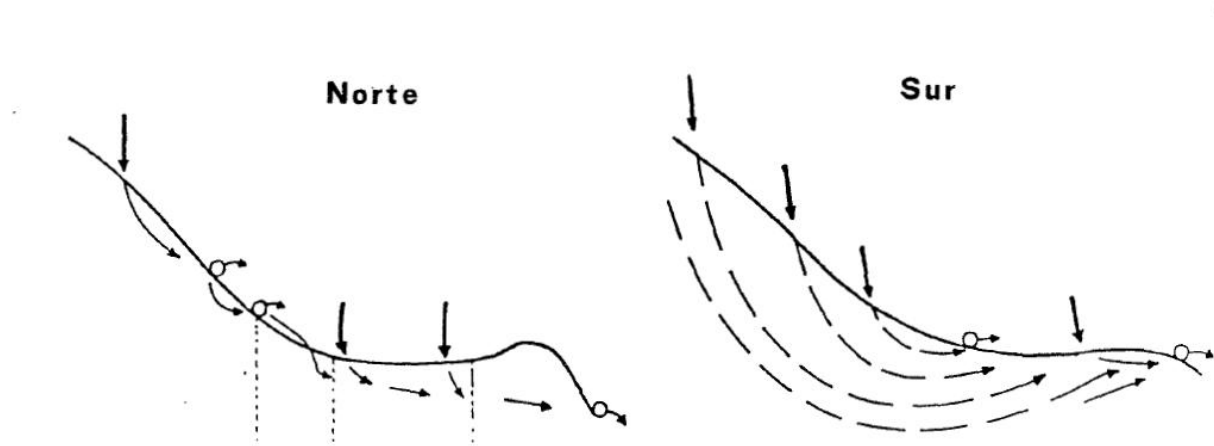
Zona de recarga: zonas generalmente de fuerte pendiente a media en la que el agua subterránea tiene un comportamiento de acuífero libre y la recarga es directa (infiltración de las precipitaciones).

Zona de tránsito: zonas generalmente onduladas a planas en las que el agua subterránea tiene un comportamiento de acuífero libre, confinado y semiconfinado y la recarga puede ser directa, lateral (desde las zonas de acumulación o de acuífero libre con pendiente fuerte a moderada) y profunda.

En cuanto al modo de recarga, de conformidad con Aranyossy, J.F.; Pourrot, P. y Maldonado, A. (1994): “Cubeta de Quito: Comportamiento general y problemática de la recarga natural del acuífero”, el análisis isotópico de las

aguas subterráneas del Acuífero de Quito permite diferenciar entre los tipos y modo de recarga de los sectores sur y centro-norte del mismo.

Figura 7.64 Modos de recarga en los sectores Sur y Centro – Norte del Acuífero de Quito



Fuente: Aranyossy, J.F.; Pourrut, P. y Maldonado, A. Cubeta de Quito: Comportamiento general y problemática de la recarga natural del acuífero. 1994

Así, en el sector centro-norte las aguas subterráneas tienen su origen en la infiltración directa de las precipitaciones que se producen en el valle y en el piedemonte del volcán, una parte del caudal de los manantiales que fluye a través del valle participa en la recarga de las capas por reinfiltración y no se evidencia circulación profunda.

En el sector sur la infiltración se produce en cotas más elevadas y los manantiales representan la salida natural a una circulación más restringida.

Acuífero de Quito: Sector Sur

Localización geográfica

El complejo Acuífero Sur se extiende en su totalidad dentro de la cuenca del río Machángara (ver Figuras 7.52 y 7.54), su límite norte está establecido en las estribaciones del Panecillo, el límite sur se extiende hasta el sitio denominado La Joya; el límite oeste está constituido por las laderas orientales de los cerros Unguí, El Cinto y el Atacazo y al este se sitúa la loma de Puengasi, que constituye un horst tectónico que separa la cubeta de Quito del valle de Los Chillos. Este acuífero tiene un área de acumulación de 52 km² (zona de tránsito) y un área de alimentación de 127 km² (zona de recarga).

Inventario de puntos acuíferos

El inventario de puntos acuíferos del Acuífero Sur de Quito incluye 53 pozos y 40 manantiales, los datos sobre los mismos se han recopilado de las siguientes fuentes:



- Peñafiel Aguiar, L.A. (2009): Geología y análisis del recurso hídrico subterráneo de la subcuenca sur de Quito. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Geóloga. Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos. Escuela Politécnica Nacional de Quito. Inédita.
- Agencia de Aguas de Quito (CNRH)
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INMHI).
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Aguas Potables de Quito (EMAAP-Q).
- Empresas perforadoras, propietarios particulares e industriales.

La ubicación de estas captaciones puede verse en el plano hidrogeológico y sus características se sintetizan en el Anexo 2 de este epígrafe. La profundidad media de los pozos se cifra 104 m con el nivel estático a una media de 10 m de profundidad (máximo de 57, 3 m en el P. Quito).

Formaciones acuíferas e impermeables

En el proyecto *RLA/08/023 EMAAP-Q (2000)* dentro del valle sur de Quito se identificaron un acuífero libre y dos niveles semiconfinados, que por su posición estratigráfica se denominan acuífero superior y acuífero inferior, su distribución espacial y vertical puede verse en el mapa hidrogeológico, en los cortes de las Figuras 7.65 y 7.66 y en los datos de los sondeos de investigación PS1, PS2, PS3 Y PS4 realizados en el marco del proyecto referido (ver Anexo 2).

ACUÍFERO LIBRE

Se corresponde con la **Formación Cangahua**, que consiste en una toba de color café que en la parte superior presenta niveles de paleosuelos y estratos de pómez de hasta 30 cm de espesor, en la parte media se encuentran estratos de arena fina de hasta 50 cm de potencia.

En los flancos de los complejos volcánicos Atacazo-Ninahuilca y Pichincha (sector sur FP Atacazo), se presenta en coluviales de hasta 2 m de espesor, formados por bloques de andesita, dacita y pómez dentro de una matriz limo-arenosa; en el sector de la quebrada Saguanchi alcanza una potencia de 10 m (sectores sur zonas verdes y Quito sur FP).

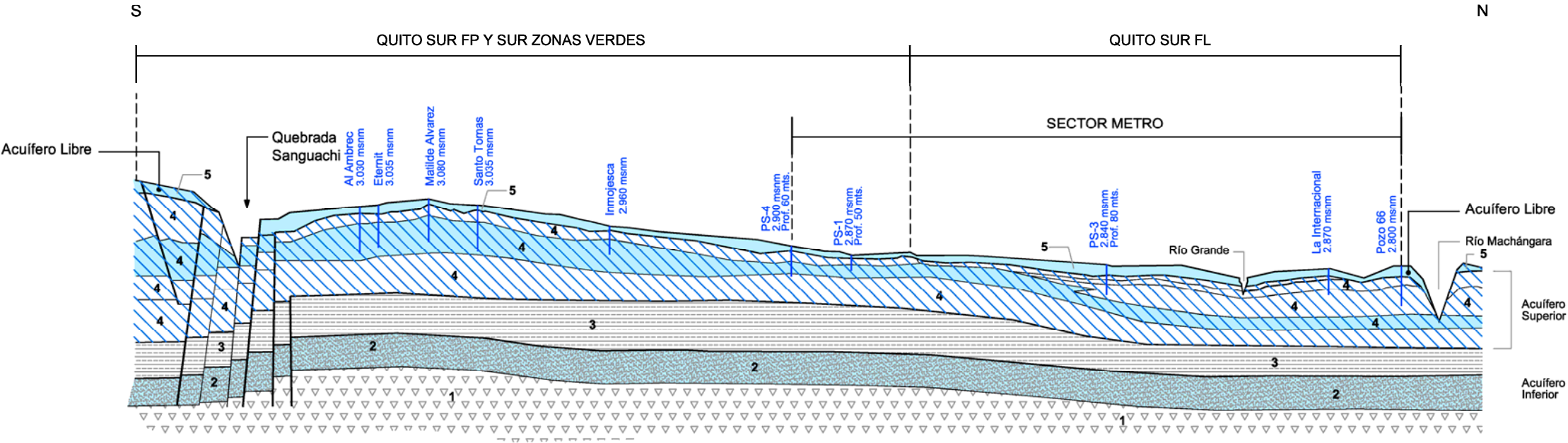
En los sondeos PS1 y PS4 (sector Quito sur FP) alcanza potencias respectivas de 4 y 4,40 m y en los sondeos PS2 y PS3 (sector Quito sur FL) alcanza potencias respectivas de 23 m y de 10 m. Estos sondeos de investigación fueron realizados por EMAAP-Q en el año 2006 (ver Anexo 2).

Si bien, la formación Cangahua presenta estratos de litología variada, los depósitos de pómez y arena están bien clasificados y se comportan como un buen acuífero.

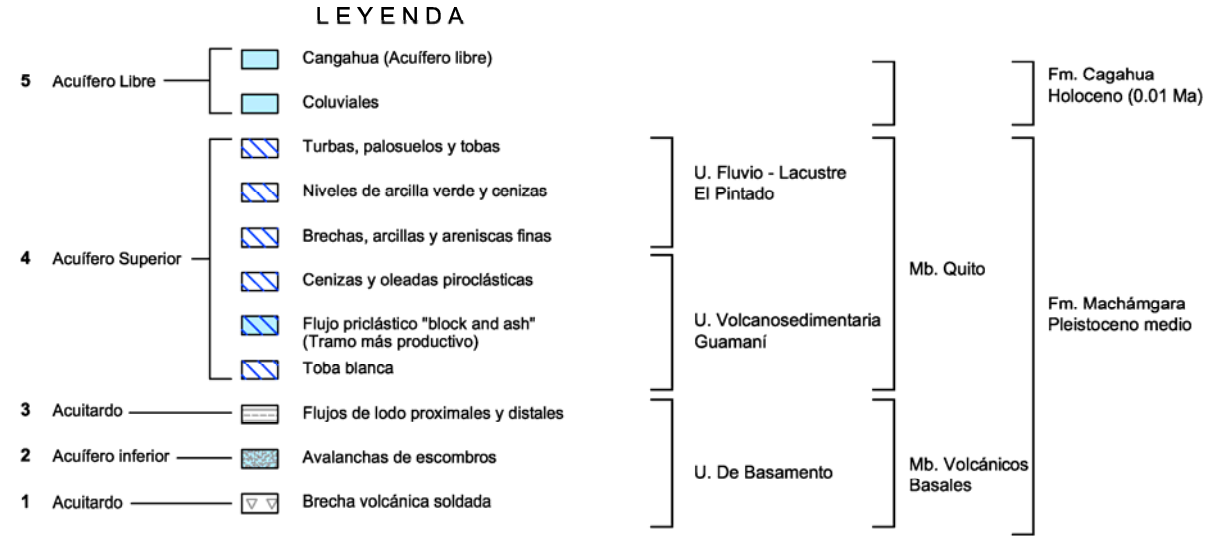
ACUÍFERO SUPERIOR

Corresponde con la Unidad Fluvio-Lacustre El Pintado y la Unidad Volcano sedimentaria Guamaní (Mb. Quito, F. Machángara). La variación horizontal y en profundidad de facies, muestra que existen varias capas acuíferas, por lo que se considera a este nivel como un acuífero multicapa. El estrato que posee mejores características acuíferas, debido a su espesor y tamaño de grano (arena fina a media) es el flujo piroclástico “block and ash”.

Figura 7.65 Corte hidrogeológico S – N del sector sur del Acuífero de Quito

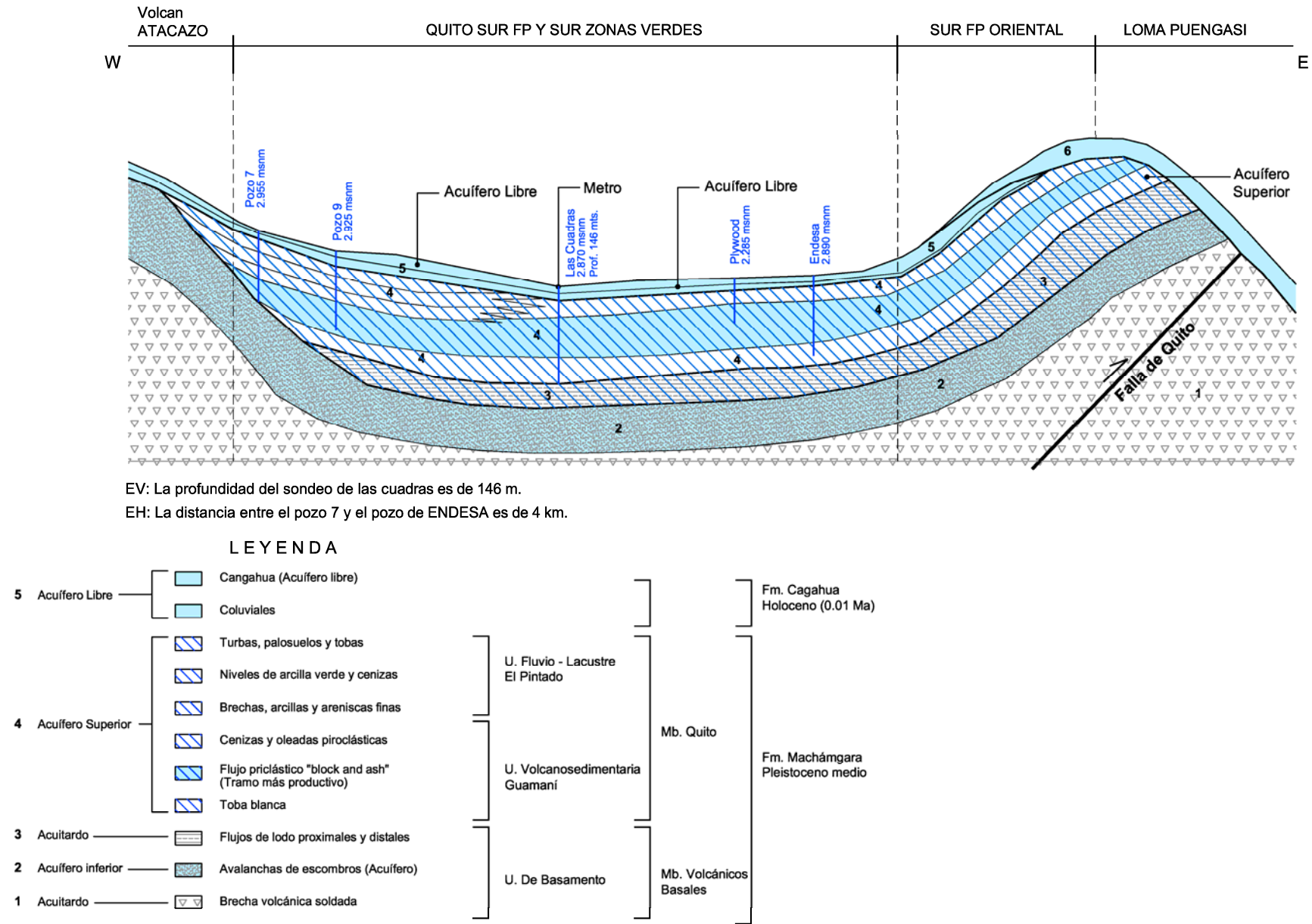


EV: El sondeo PS 4 tiene 100 mts. de profundidad.
EH: La distancia entre el sondeo PS 1 y PS 3 es de 2 km.



Fuente: Modificado de Peñafiel Afier, L.A. 2009 (Borrador)

Figura 7.66 Corte hidrogeológico W – E del sector sur del Acuífero de Quito



EV: La profundidad del sondeo de las cuadras es de 146 m.
EH: La distancia entre el pozo 7 y el pozo de ENDESA es de 4 km.

Fuente: Modificado de Peñafiel Afier, L.A. 2005



En el sector Quito sur FP el sondeo PS1 atraviesa 50 m en esta formación con 45 m para la formación “block and ash” y el sondeo PS4 atraviesa 82,5 m de los cuales 72,6 m corresponden a la formación de mejores características hidráulicas (“block and ash”); en el sector Quito sur FL no se alcanza el nivel “block and ash” y la formación tiene una potencia de 90 m en el sondeo PS3 y de 55 m en el sondeo PS2.

NIVEL ACUÍFERO INFERIOR

Este nivel corresponde con depósitos de escombros de la Unidad Basamento (Mb. Volcánicos Basales, Fm. Machángara). En los sondeos de investigación PS-2, PS-3 y PS-4 este acuífero subyace a flujos de lodo y se sitúa a los 68, 78 y 84 m de profundidad, respectivamente.

En algunos pozos localizados en los sectores Solanda (Pozo 73) y El Recreo (Pozo La Internacional 3) esta formación acuífera se extiende hasta los 120 m de profundidad, lo que indicaría que el espesor de este nivel supera los 50 m.

En el sondeo PS-2 la formación flujo de lodos se sitúa entre los 57 y 63 m de profundidad con una conductividad, medida mediante ensayo Lefranc, baja: 0,22 m/día, lo que indicaría que el nivel acuífero inferior funciona en un régimen semiconfinado.

Geometría

La distribución espacial de las formaciones acuíferas y acuitardas descritas puede verse en los cortes hidrogeológicos que se muestran en la Figura 7.66 (sur – norte) y en la Figura 7.67 (oeste – este), la traza de estos cortes y su correspondencia con la sectorización del sector sur del acuífero de Quito queda cartografiada en el plano hidrogeológico.

Parámetros hidrodinámicos

ACUÍFERO LIBRE

La conductividad hidráulica del acuífero libre obtenida a partir de ensayos Lefranc en los sondeos de investigación PS-2 y PS -4 arroja los siguientes valores:

Cuadro 7.13 Parámetros hidrogeológicos del nivel acuífero libre dentro del valle sur de Quito

PS - 2		PS -4	
Profundidad (m)	K (m/d)	Profundidad (m)	K(m/d)
0,0 – 9,0	0,39	0,0 – 8,30	0,99

Fuente: EMAAP/Q, 2006

Se obtiene por tanto una conductividad media de 0,65 m/día que cabe calificar como baja (de conformidad con la escala de Hazen). Se trata de un acuífero de rendimiento pobre a regular.

ACUÍFERO SUPERIOR

La conductividad hidráulica de este acuífero se cifra en un valor medio de 3 m/día obtenido en Peñafiel Aguiar, L.A. (2009) mediante la interpolación en ARGIS de los resultados de las pruebas de aforo en 13 captaciones, los cuales han sido interpretados por el método de Yazvin – Bochevier (De Miguel Fernández, 1999). A partir de los datos de descenso del nivel piezométrico (s) y caudal de bombeo (Q) se obtiene el radio de influencia del bombeo (R), la transmisividad (T) y la conductividad hidráulica (K).

Los resultados obtenidos se recogen en el Cuadro 7.14. De esta información se concluye que la potencia media del acuífero superior captada en los sondeos considerados, se cifra en 61 m, el caudal medio aportado por las captaciones es de 13 l/s, para un descenso medio de 13 m, con un caudal específico de 1,43 l/s/m y una transmisividad de 145 m²/día lo que le califica como un acuífero de rendimiento pobre a regular.

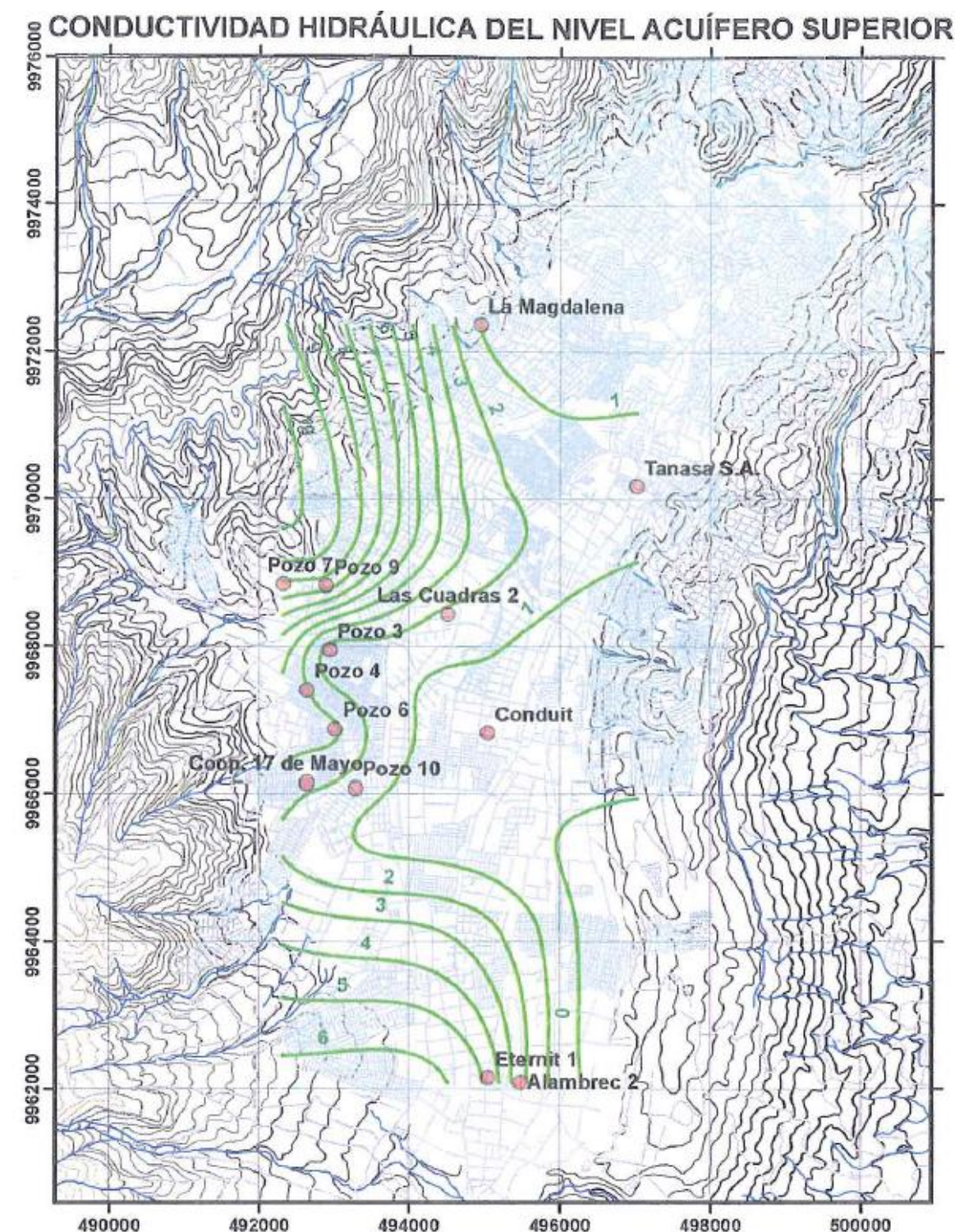
En la Figura 7.59 se muestra la distribución de la conductividad del acuífero superior del sector sur del Acuífero de Quito a partir de los resultados obtenidos en el cuadro anterior.

Cuadro 7.14 Parámetros hidrogeológicos del nivel acuífero superior dentro del sector sur del Acuífero de Quito

N°	Pozo	Espesor nivel acuífero (mts)	t (días)	s (mts)	Q (L/s)	q (L/s/m)	A	R (m)	T (m ² /día)	K (m/día)
1	Pozo 3	70	0.28	15.35	12.2	0.79	83	273.30	79.3	1.60
2	Pozo 4	70	0.28	12.74	18.9	1.48	85	310.20	148.2	3.10
3	Pozo 6	77	0.15	11.21	17.17	1.53	86	273.50	148.8	3.10
4	Pozo 7	70	0.28	5.22	19.09	3.66	94	203.50	379.9	7.90
5	Pozo 9	70	0.17	5.56	19.33	3.48	93	209.70	355.8	7.40
6	Pozo 10	70	0.19	29.17	15.24	0.52	82	492.50	71.3	1.50
7	17 de mayo	64	0.26	8.12	9.01	1.11	84	168.40	107.5	2.20
8	Las Cuadras	40	0.38	11.66	9.73	0.83	83	216.00	85.8	1.80
9	Conduit	40	1.00	17.16	6.53	0.38	81	213.60	39.8	0.80
10	Ideal Alambrec	78	1.00	11.22	11.6	1.03	84	238.90	113.3	2.30
11	Eternit	59	0.42	4.8	11.6	2.42	89	144.60	226.9	4.70
12	La Magdalena	40	0.52	10.2	4.76	0.47	81	138.20	45.9	1.60
13	Tanasa	40	1.00	23.62	13.57	0.57	82	414.20	76.9	1.00
VALORES MEDIOS PONDERADOS		61		13	13	1.41		254	144.57	3.00
t	Tiempo de bombeo									
s	Descenso del nivel piezométrico producido por el bombeo									
Q	Caudal de bombeo									
q	Caudal específico									
A	Parámetro empírico determinado experimentalmente a partir del caudal específico									
R	Radio de influencia del bombeo									
T	Transmisividad									
K	Conductividad hidráulica									

Fuente: Cálculo a partir del método de Yazvin y Bochevier en De Miguel Fernández, C. 1999

Figura 7.67 Conductividad hidráulica del acuífero superior del sector sur del Acuífero de Quito



Fuente: Peñafiel Aguiar, L.A. 2009

Los valores de los parámetros hidrodinámicos obtenidos se corresponden con el de las litologías observadas en las perforaciones PS3 y PS4, consistentes en depósitos de arena limpia y mezcla de arena y grava.

ACUÍFERO INFERIOR

Como en el caso anterior y a partir de los datos de 8 captaciones (ver Cuadro 7.15) se obtiene una conductividad hidráulica para este acuífero de 0,97 m/día, que también cabe calificar como baja y que litológicamente se corresponde con una arena fina y mezcla de arena y limo.

Cuadro 7.15 Parámetros hidrogeológicos del nivel acuífero inferior dentro del sector sur del Acuífero de Quito

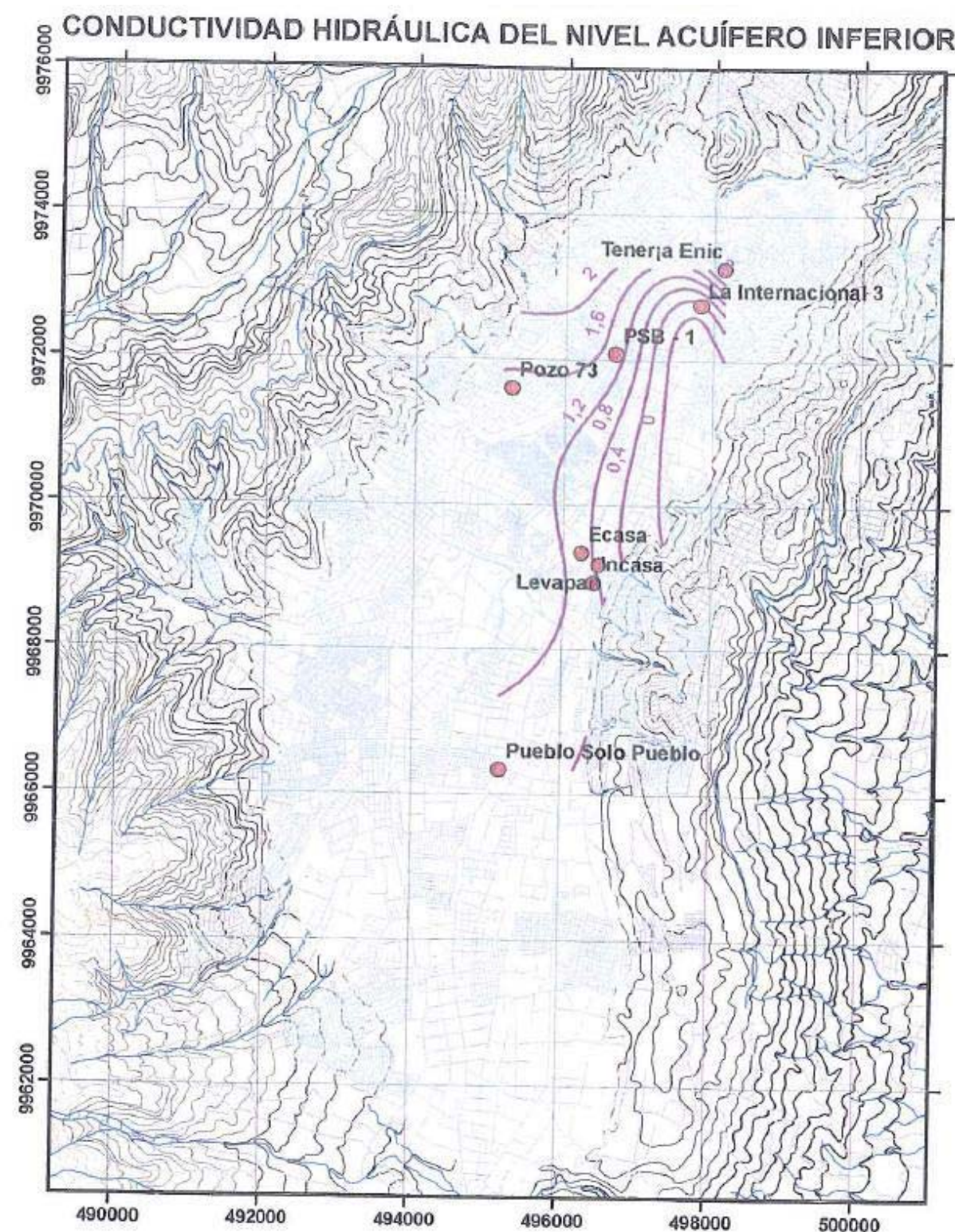
N°	Pozo	Espesor nivel acuífero (mts)	t (días)	s (mts)	Q (L/s)	q (L/s/m)	A	R (m)	T (m ² /día)	K (m/día)
1	Pueblo Solo Pueblo	33.00	1.00	41.00	16.00	0.39	81	461.00	31.6	1.00
2	Incasa	39.00	0.21	27.44	11.49	0.42	81	319.60	33.9	0.90
3	Ecasa	48.16	0.50	8.51	5.00	0.59	82	118.10	48.2	1.00
4	Teneria Enic	15.30	0.05	14.54	7.10	0.49	81	182.90	39.6	2.60
5	Levapan	40.00	1.04	16.57	6.00	0.36	81	179.50	29.3	0.70
6	La internacional 3	37.49	0.52	70.50	10.14	0.14	80	478.30	11.5	0.30
7	Pozo 73, Hda. Solanda	38.50	3.00	17.45	12.00	0.69	82	262.10	56.4	1.50
8	PSB - 1	21.20	3.00	7.37	2.70	0.37	81	80.30	29.7	1.40
VALORES MEDIOS		34.08		25.42	8.80	0.43		260.23	35.03	1.18
t	Tiempo de bombeo									
s	Descenso del nivel piezométrico producido por el bombeo									
Q	Caudal de bombeo									
q	Caudal específico									
A	Parámetro empírico determinado experimentalmente a partir del caudal específico									
R	Radio de influencia del bombeo									
T	Transmisividad									
K	Conductividad hidráulica									

Fuente: Cálculo a partir del método de Yazvin y Bochevier De Miguel Fernández, C. 1999

Del cuadro anterior se concluye que la potencia media captada del acuífero inferior, en los sondeos considerados, se cifra en 34,08 m, el caudal medio aportado por las captaciones es de 9 l/s, para un descenso medio de 25,42 m, con un caudal específico de 0,43 l/s/m y una transmisividad de 35 m²/día lo que le califica como un acuífero de rendimiento pobre a regular.

La distribución espacial de la conductividad hidráulica en el acuífero inferior se muestra en la Figura 7.68.

Figura 7.68 Conductividad hidráulica del Acuífero inferior del sector sur del Acuífero de Quito



Fuente: Peñafiel Aguiar, L.A. 2009

Piezometría

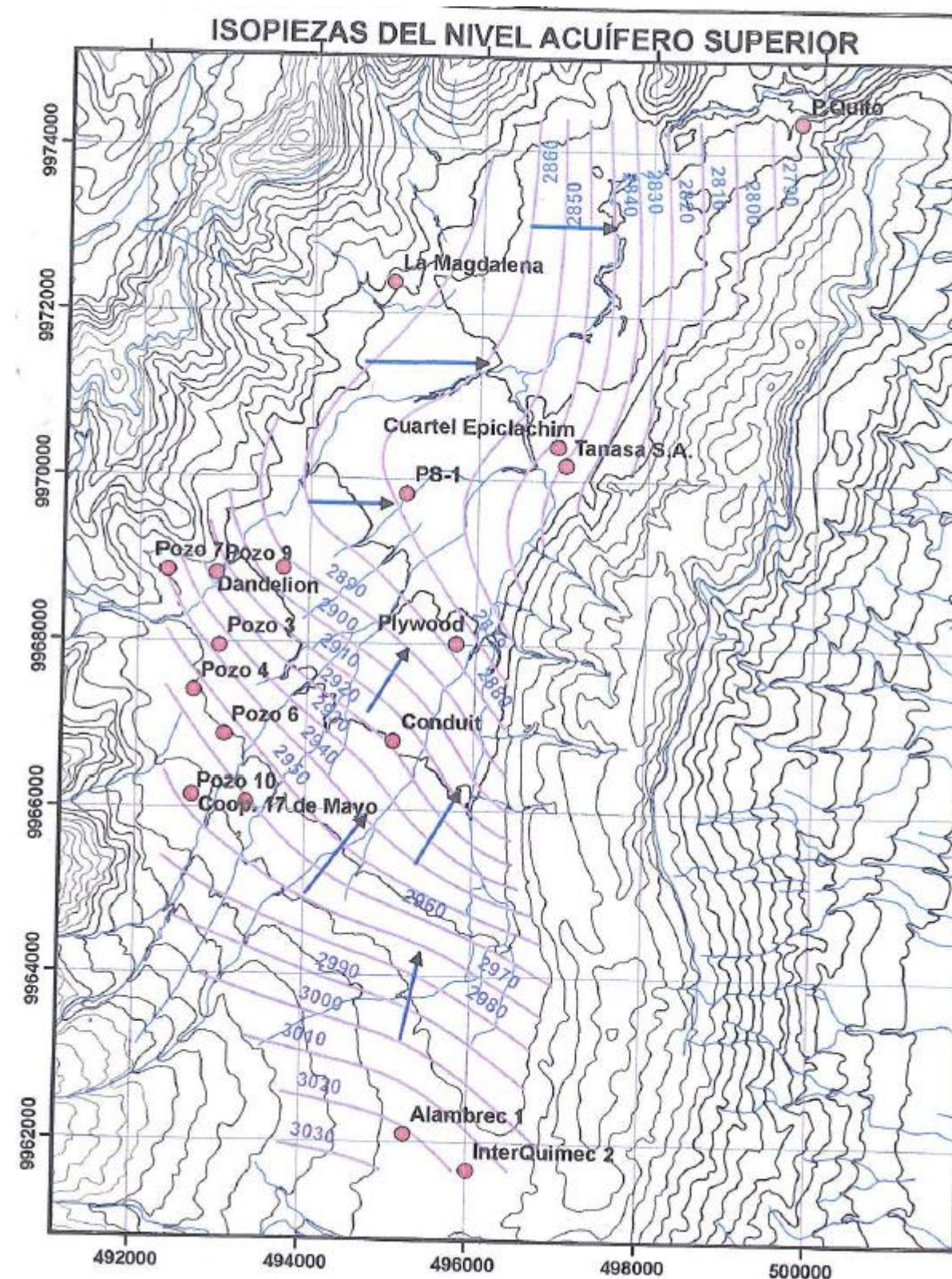
ACUÍFERO LIBRE

La cota del nivel estático en el acuífero libre varía entre los 2.993 y los 2.865 msnm al sur y al norte respectivamente. En el sector de Guamaní existen varios manantiales que indican que el nivel estático se encuentra muy próximo a la superficie, en el sector de Chimbacalle los manantiales existentes muestran que la dirección del flujo subterráneo fluye hacia el N – NE y descarga en el río Machángara. Localmente en el extremo sur de la subcuenca el agua fluye hacia la quebrada Sagunchi afluente del río San Pedro. Los manantiales existentes en esta zona se asocian a un sistema de fallas ortogonales a la falla de Quito.

ACUÍFERO SUPERIOR

El nivel piezométrico en este acuífero (ver Figura 7.69) tiene una cota máxima de 3.030 msnm en el sur y una cota mínima de 2.790 msnm en el norte. La dirección del flujo subterráneo en este nivel es NNE (con un gradiente del 0,025) – E (gradiente del 0,03) y parte del drenaje se dirige hacia el valle de los Chillos.

Figura 7.69 Isopezas medias del acuífero superior del sector sur del Acuífero de Quito



Fuente: Peñafiel Aguiar, L.A. 2009



ACUÍFERO INFERIOR

En los sondeos PS2, PS3 y PS4 el nivel piezométrico alcanzó en su fecha de construcción (EMAAP–Q, 2006) los 2 m de altura con una presión de confinamiento entre 7,1 y 8,6 kg/cm². En este acuífero confinado se desconoce la dirección del flujo subterráneo.

Balance hídrico

ACUÍFERO LIBRE

El funcionamiento hidrogeológico del acuífero libre se sintetiza en el siguiente balance hídrico con los datos aún no conocidos que se indican:

Cuadro 7.16 Balance hídrico del acuífero libre del sector sur del Acuífero de Quito

ENTRADAS			
Concepto	Volumen anual (hm ³ /año)	Sector del acuífero implicado (ver mapa hidrogeológico)	Observaciones
Infiltración directa de las precipitaciones sobre la superficie de afloramientos permeables.	4,14	Quito Sur FL, Quito Sur FP, Sur Zonas Verdes.	Superficie : 53,7 km ² , Precipitación media anual: 1.151 mm/año y Coeficiente de infiltración: 18.3 % .
Perdidas en la red de distribución de agua potable procedente de las plantas de Puengasi y El Troje.	1,55	Quito Sur FL, Quito Sur FP, Sur Zonas Verdes.	Pérdidas en la red del 30 %, infiltrándose un 10 % de las pérdidas.
Alimentación lateral procedente de la infiltración producida sobre la superficie de afloramientos permeables en la ladera occidental de la Loma Puengasi.	2,00	Sur FL oriental y Sur FP oriental	Superficie : 17,9 km ² , Precipitación media anual: 986 mm/año y Coeficiente de infiltración: 11.3 %.
TOTAL ENTRADAS			7,69
SALIDAS			
Concepto	No hay cuantificación en los antecedentes de estos términos del Balance Hídrico del Acuífero Libre. Para toda la zona sur del acuífero de Quito la descarga por manantiales se cifra en 3,5 hm ³ /año y los bombeos en 6,3 hm ³ /año.		
Vertientes (Manantiales)			
Río Manchágara			
Quebrada Sanguachi			
Bombeo para uso urbano, agrícola e industrial			
Alimentación vertical al nivel Acuífero Superior			

Fuente: Peñafiel Aguiar, L.A. 2009

ACUÍFEROS SUPERIOR E INFERIOR

En el caso de los acuíferos superior e inferior los términos del balance hídrico conocidos son los siguientes:

Cuadro 7.17 Balance hídrico acuíferos superior e inferior del sector sur del Acuífero de Quito

ENTRADAS			
Concepto	Volumen anual (hm ³ /año)	Sector del acuífero implicado (ver mapa hidrogeológico)	Observaciones
Recarga desde el acuífero libre	?	Quito Sur FL, Quito Sur FP y Sur Zonas Verdes	No está cuantificado este concepto en los antecedentes
Alimentación lateral profunda procedente de la infiltración producida sobre la superficie de afloramientos permeables del flanco occidental: Atacazo - Ninahuilca - Pichincha	24,00	Sur FL occidental y Sur FP Atacazo	Superficie : 56,1 km ² , Precipitación media anual: 1.404 mm/año y Coeficiente de infiltración: 30,6 %.
TOTAL ENTRADAS			24,00
SALIDAS			
Concepto	No hay cuantificación en los antecedentes de estos términos del Balance Hídrico del Acuífero Libre. Para toda la zona sur del acuífero de Quito la descarga por manantiales se cifra en 3,5 hm ³ /año y los bombeos en 6,3 hm ³ /año. Se desconoce la alimentación que por goteo vertical pueda recibir el acuífero inferior desde el superior		
Vertientes (Manantiales)			
Río Manchágara			
Quebrada Sanguachi			
Bombeo para uso urbano, agrícola e industrial			

Fuente: Peñafiel Aguiar, L.A. 2009

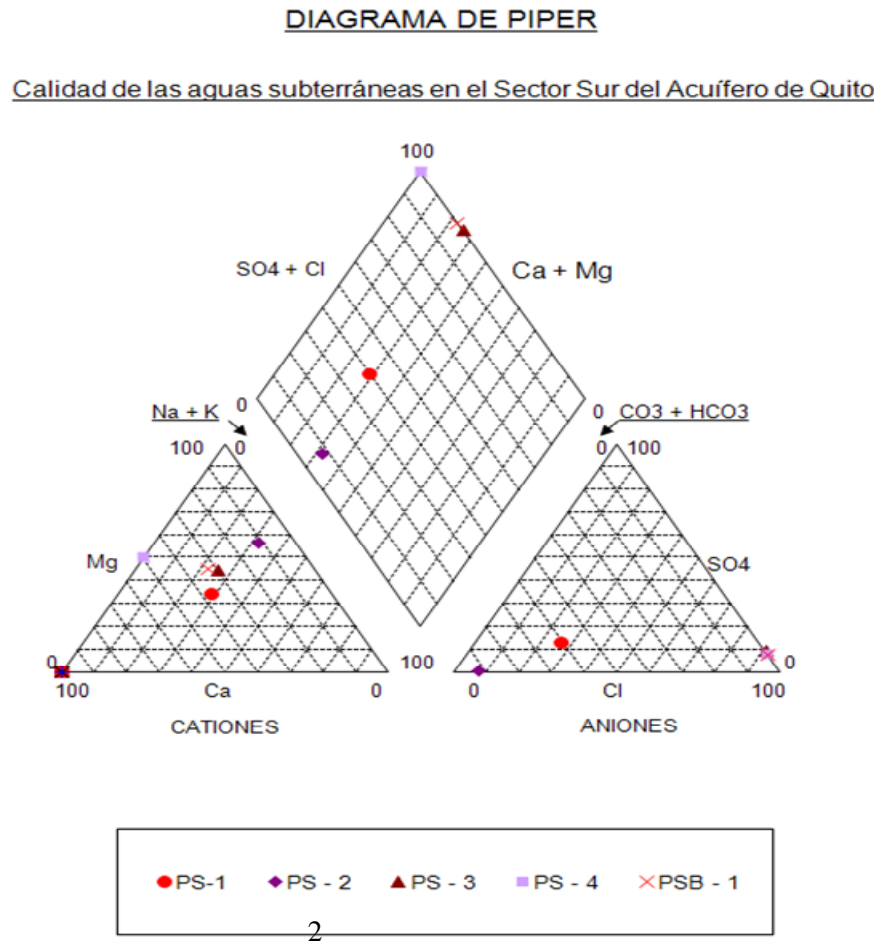
Calidad de las aguas

De conformidad con los datos recopilados y analizados por el Departamento Acuífero de Quito del EMAAP-Q referidas al período 1973 – 2007 las aguas subterráneas del sector sur del acuífero de Quito presentan facies del tipo bicarbonatado cálcico – magnésico (ver Figura 7.70).

La comparación de la referida analítica con los valores máximos permisibles por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, 2ª Revisión (2006) para agua potable, muestra que en la mayoría de las captaciones se rebasan las concentraciones máximas permitidas para el contenido en fosfatos, sulfatos, aluminio, hierro, plomo, manganeso, contenido microbiológico, color, turbidez y nitritos.

Especialmente importante es el contenido en hierro, cuyo límite máximo establece la norma en 0,3 mg/l y que en el sector central del valle sur de Quito llega a alcanzar los 30 mg/l.

Figura 7.70 Facies hidroquímica de las aguas del sector sur del Acuífero de Quito según datos obtenidos en sondeos de investigación realizados por EMAAP – Q en el año 2006 (1)



(1) Verdatos en Anexo

Fuente: EMMAP-Q

Aulema, R. (1992), plantea que la elevada concentración en hierro (Fe^{+2}) en el agua subterránea del sur de Quito estaría relacionada con la descomposición de hornblendas de rocas andesíticas del Complejo Volcánico Atacazo – Ninahuilca; otros autores, como Snoeyink, V. y Jenkins, D.(1990) hacen referencia a la existencia materiales orgánicos complejos llamados sustancias húmicas, los cuales son una mezcla de productos de descomposición

poco biodegradables (turba y carbón) y subproductos de materia orgánica natural, producido tanto por plantas como por animales.

En el acuífero libre el contenido en hierro es inferior a los 0,09 mg/l, en el sector de Guamaní cuerpos de agua estancada provenientes de vertientes, precipitan limonita. En el sector Chillogallo, el nivel acuífero superior tiene una concentración en hierro que alcanza los 0,98 mg/l. En el nivel acuífero inferior el contenido en hierro elevado y alcanza los 37 mg/l, incrementándose con la profundidad en los sondeos PS3 y PS4.

Acuífero Quito: Sector Centro – Norte

Localización geográfica

El valle ocupado por el sector centro – norte del Acuífero de Quito, perteneciente al corredor interandino, se caracteriza por una configuración morfológica alargada y estrecha (Figuras 7.60 y 7.62), con una longitud de 17 km y un ancho medio aproximado de 6 km; se orienta en dirección suroeste a noroeste, con pendiente heterogénea desarrollada entre las cotas 2.750 y 3.100 msnm. Está limitado al oeste por el complejo volcánico Pichincha, con alturas máximas de 4.320 msnm y al este por los levantamientos de Lumbisi – Batán –La Bota con alturas máximas de 3.000 msnm.

La zona es drenada por los ríos Machángara y Monjas que reciben su aportación, en régimen intermitente de 70 quebradas, muchas de las cuales están rellenas o entubadas bajo la ciudad constituyendo una de las fuentes de recarga del acuífero.

El río Manchángara nace en las estribaciones del Volcán Atacazo, cruza el sur de Quito hasta la zona de Las Monjas, sus aguas son aportadas por las descargas del sistema de alcantarillado de las inmediaciones del oeste de Quito y se dirigen hacia el está en la zona del Trébol y la quebrada de Guápulo. A la salida del valle sus caudales oscilan entre los 3 m³/s en el período seco a los 170 m³/s en períodos de lluvia.

Inventario de puntos acuíferos

El inventario de puntos acuíferos en este sector del acuífero de Quito y sobre cuya base se describe la hidrogeología en el presente apartado consta de 5 pozos de investigación, 10 pozos de explotación, 77 pozos fuera de uso, una galería de infiltración y 6 vertientes (manantiales); la ubicación de estos puntos puede verse en el mapa hidrogeológico. Sus características más destacadas se recopilan en el Anexo 2 a este capítulo.

La profundidad media de los pozos representativos es de 128 m con nivel estático a una media de 35 m de profundidad (de 104 m en el P120151); el caudal medio aportado por captación alcanza los 13 l/s.

Acuíferos e impermeables

Hasta las profundidades estudiadas (305 m) en los sondeos de investigación realizados por la EMAAP-Q en el año 2006, se considera un único acuífero multicapa que integra de techo a muro las siguientes formaciones:



La Carolina

Esta formación tiene una potencia media de 12 m y está constituida por depósitos de limos, arcillas, arenas medias a gruesas, intercalados con cenizas, lahares y caídas de pómez, distribuidas estratigráficamente en dos miembros: el aluvial y el lacustre. Su comportamiento hidrogeológico es el de un acuitardo.

Cangahua

En esta formación se distinguen dos tipos de acuíferos:

- El primero está relacionado con lentes de arena y grava dentro de la cangahua, distribuidos entre los 30 y 100 m de profundidad, con espesores que fluctúan entre los 20 y 40 m. La potencia media de la cangahua alcanza los 114 m (según datos de los sondeos de investigación E1 y E2 ver Anexo 2).
- El segundo corresponde a los conos de deyección provenientes de las vertientes occidentales (quebradas Rumihurco y Grande). Se comportan como un acuífero confinado constituido por una secuencia de sedimentos limosos, areno limosos, arenas con gravas y cantos de matriz limosa. El espesor del cono proveniente de la quebrada Rumihurco supera los 200 m de potencia (sondeo de investigación E₃).

Machángara

Es el horizonte acuífero de mayor espesor medio (172 m) representado por una secuencia de sedimentos arenosos, gravas y cantos con arena en matriz limosa y limo.

Bajo estos horizontes descritos se localiza el impermeable de base compuesto por flujos de lava andesítica. Son flujos de lava de muy baja permeabilidad debido a su textura masiva. El espesor de esta formación es desconocido. En la zona del Ejido el techo se localiza a 160 m, en Jipijapa a 288 m, en el sector del aeropuerto no se alcanza por lo que se intuye que se localizará entre los 305 y los 500 m.

Geometría y límites

Como se comentó en el epígrafe de localización geográfica el sector centro – norte del acuífero de Quito se localiza en la cuenca del río Machángara, subcuenca de la quebrada El Batán y en la cuenca superior del río Monjas; la superficie de la zona de tránsito ocupa 29,2 km² y la de la zona de recarga de 82,4 km².

Los límites de la zona de acumulación de este sector acuífero, identificado en el plano hidrogeológico como sector centro-norte directa, recarga directa y tránsito, son los siguientes:

- Límite sur: El Panecillo, considerado como una estructura volcánica antigua, en la que el drenaje principal de la cuenca (río Machángara) cambia de rumbo.

- Límite norte: se toma como límite la confluencia entre el río Monjas y la quebrada Pusuquí que drena hacia el oeste, en donde se localiza una depresión de origen tectónico que cierra el valle de Quito.
- Límite oeste: lo constituyen las laderas del volcán Ruco Pichicha y del volcán Casitagua.
- Límite este: se corresponde con los levantamientos de Llumbisí – Batán – La Bota.

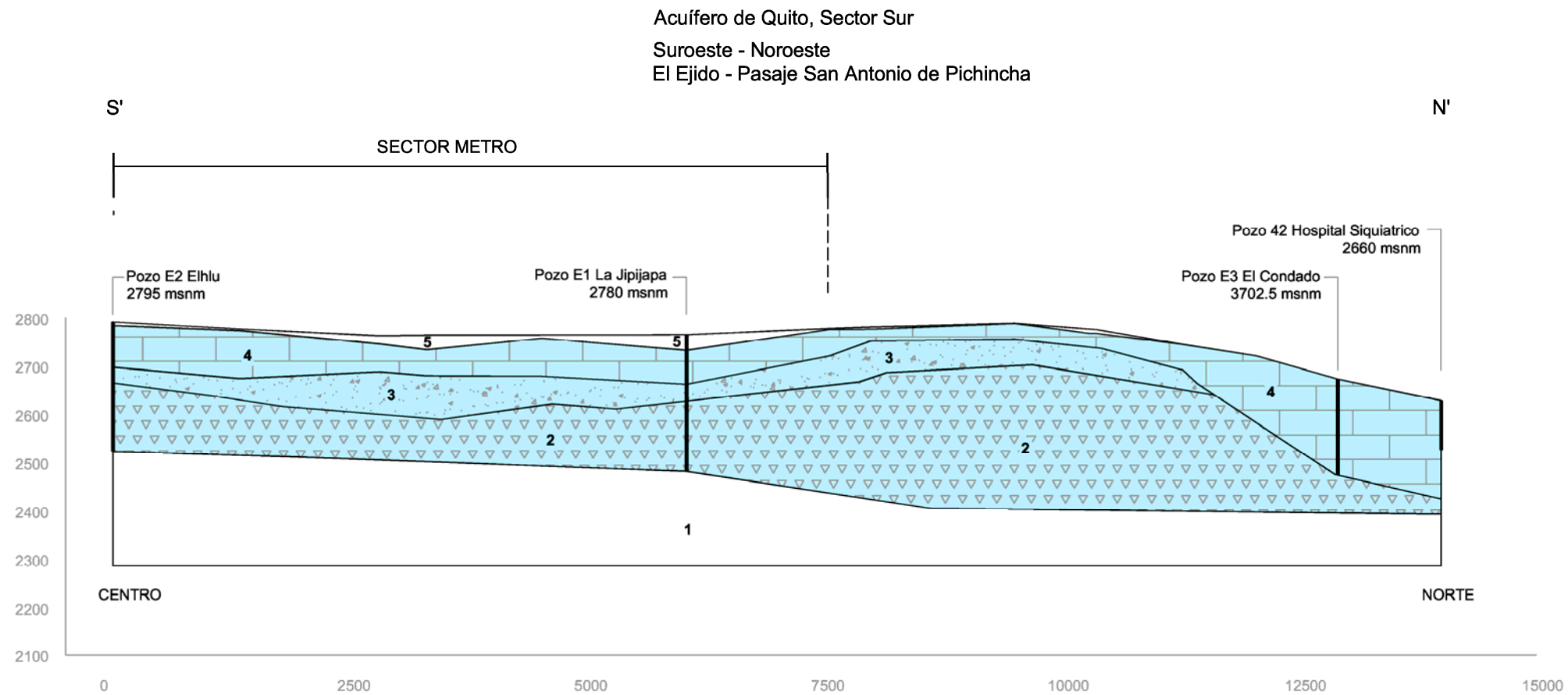
La disposición espacial de las formaciones acuíferas, acuitardas e impermeables descritas se muestra en los cortes hidrogeológicos de la Figura 7.71 (corte C en el mapa hidrogeológico) y Figura 7.72 (corte D en el mapa hidrogeológico).

Piezometría

La profundidad del nivel piezométrico es de 43 m en la zona del aeropuerto, entre 5 y 17 m en el sector de La Carolina – Jipijapa y surgente en los conos de deyección de las Quebradas Rumihurco y Grande.






En la Figura 7.65 se representan los niveles piezométricos generales con datos referidos a julio del año 2004; según puede observarse el flujo tiene una dirección este (con un gradiente del 0,02%); con desviaciones en la parte central hacia el sur-este (con un gradiente del 3,7%) y tendencia nordeste al norte (con un gradiente del 3,6%).

Figura 7.71 Corte hidrogeológico N-S del sector centro norte del Acuífero de Quito



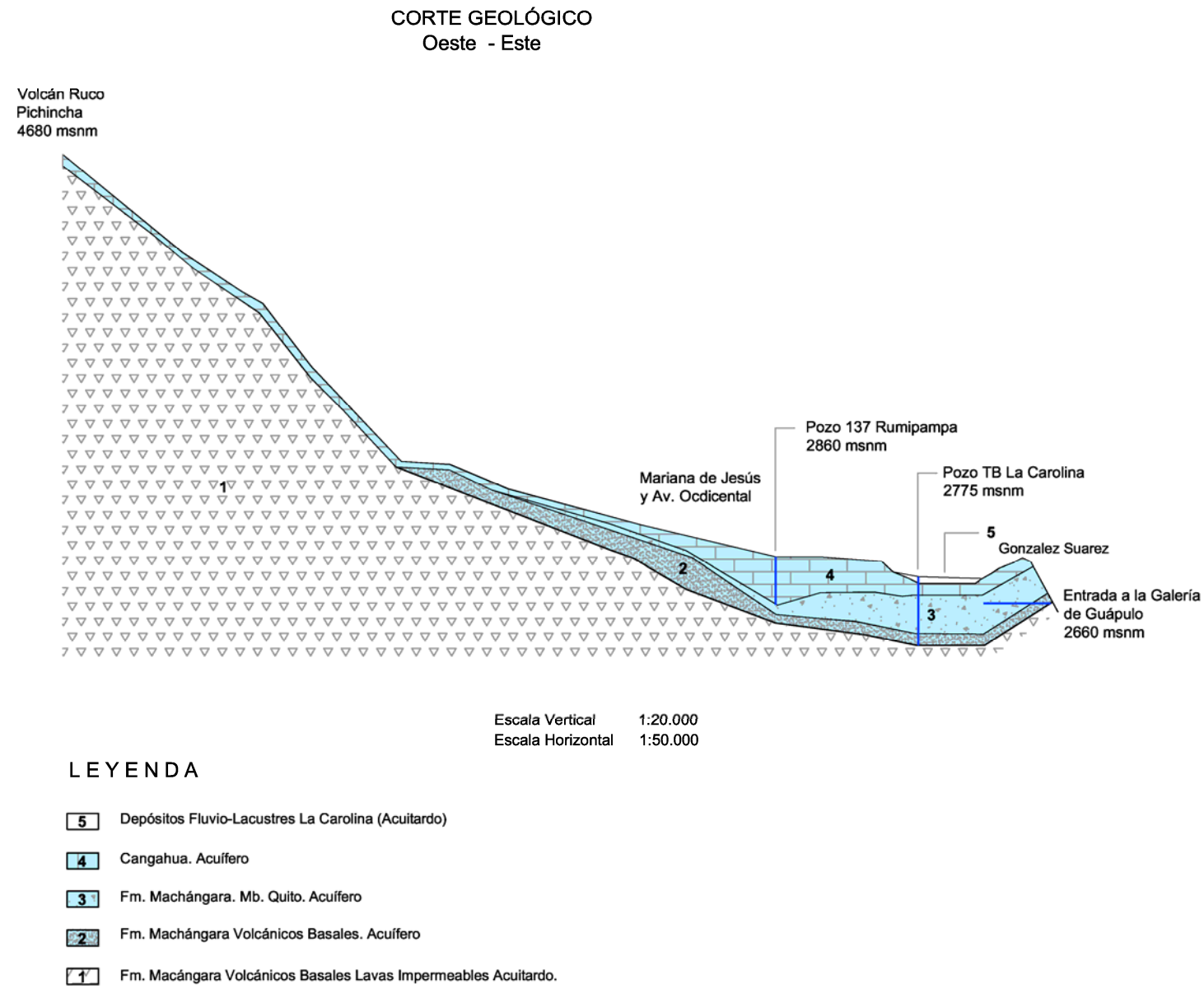
Escala Vertical 1:10.000
Escala Horizontal 1:50.000

LEYENDA

-  Depósitos Fluvio-Lacustres La Carolina (Acuitardo)
-  Cangahua. Acuífero
-  Fm. Machángara. Mb. Quito. Acuífero
-  Fm. Machángara Volcánicos Basales. Acuífero
-  Fm. Macángara Volcánicos Basales Lavas Impermeables Acuitardo.

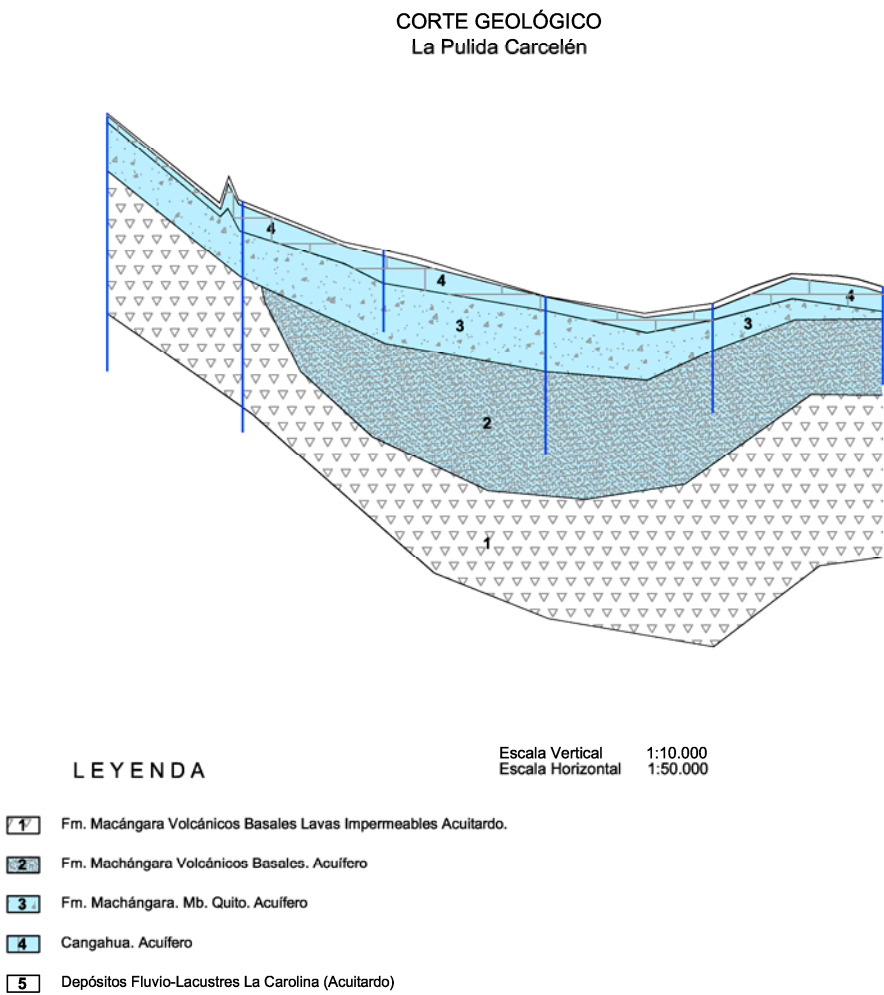
Fuente: Modificado de Muñoz Martinez, T. 2005

Figura 7.72 Corte hidrogeológico W –E del sector centro norte del Acuífero de Quito



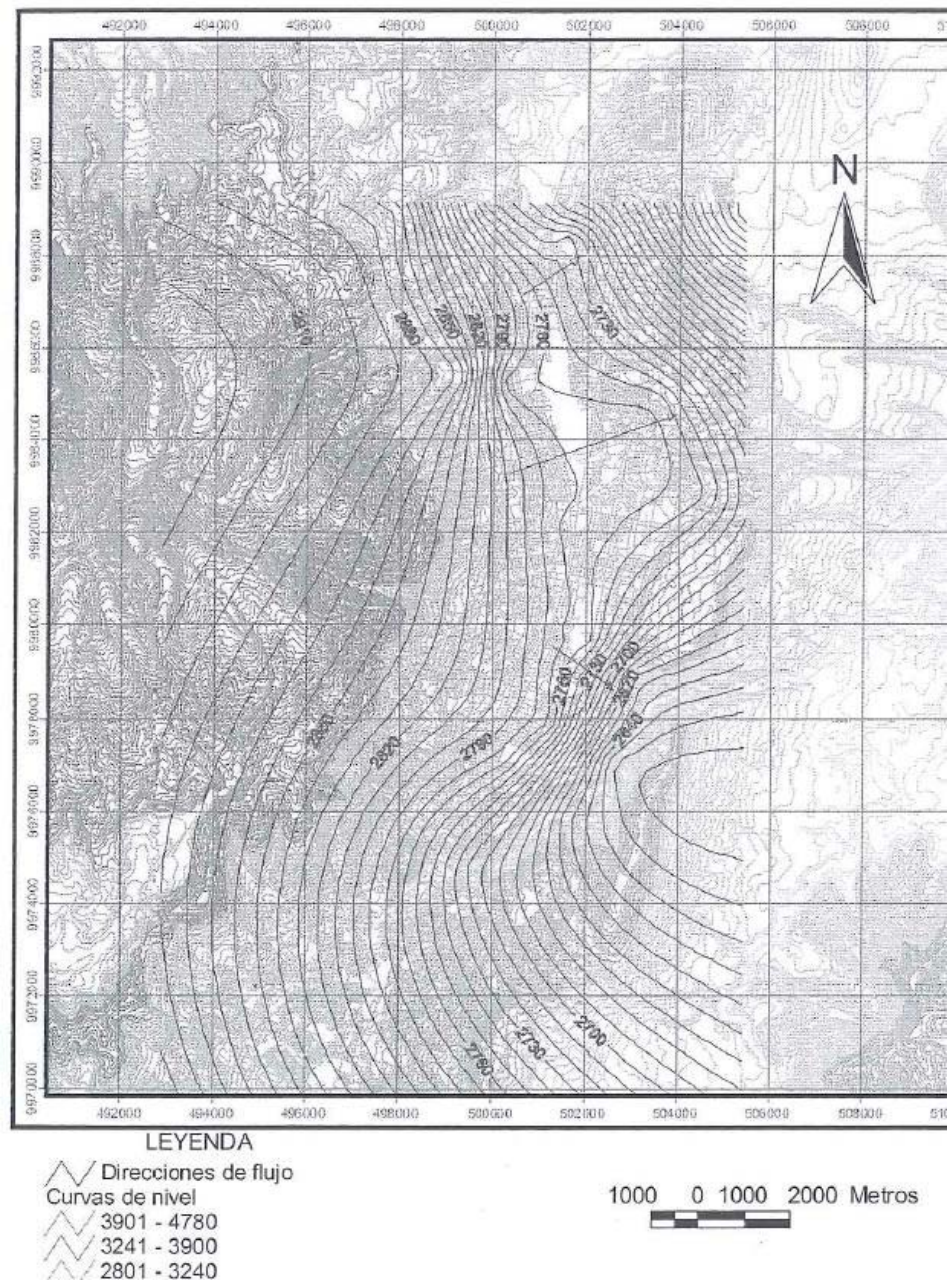
Fuente: Modificado de Muñoz Martinez, T. 2005

Figura 7.73 Corte hidrogeológico La Pulida Carcelén



Fuente: Modificado de Muñoz Martinez, T. 2005

Figura 7.74 Isopiezas medias del sector centro-norte del acuífero de Quito referidas al mes de julio de 2004



Fuente: Muñoz Martinez, T. 2005

Balance hídrico

El funcionamiento hidrogeológico del sector centro-norte del Acuífero de Quito puede sintetizarse en el siguiente balance hídrico que se indica en el Cuadro 7.18.



Según puede observarse el balance entre las entradas y las salidas es excedentario en 3,13 hm³/año que se invierten en incrementar las reservas de este sector y se transfieren al sector norte (no considerado en el presente capítulo por no estar afectado por la implantación de la infraestructura del Metro).

Cuadro 7.18 Balance hídrico sector centro – norte del acuífero de Quito

ENTRADAS			
Concepto	Volumen anual (hm ³ /año)	Sector del acuífero implicado (ver mapa hidrogeológico)	Observaciones
Infiltración directa de las precipitaciones sobre el suelo urbano	1.02	Centro norte directa, recarga directa y tránsito.	Superficie : 69,4 km ² , Precipitación media anual: 980 mm/año y Coeficiente de infiltración: 20 % .
Perdidas en la red de distribución de agua potable y en la red de alcantarillado	2.98	Centro norte directa, recarga directa y tránsito y Centro norte directa	Pérdidas en la red del 10 %, infiltrándose un 60 % de las pérdidas.
Recarga lateral (laderas Pichincha)	4.81	Centro norte Pichincha y Centro Norte Lateral	Superficie : 24.70 km ² , Precipitación media anual: 1320 mm/año y Coeficiente de infiltración:15 % .
Recarga Directa (laderas Pichincha)	9.5	Centro norte directa. Recarga	Superficie : 29.80 km ² , Precipitación media anual: 1275 mm/año y Coeficiente de infiltración:25 % .
TOTAL ENTRADAS			18.31
SALIDAS			
Concepto	Volumen anual (hm ³ /año)	Observaciones	
Vertientes (Manantiales)	6.89	Destacan la Vertiente El Sena con 105 l/s de descarga y la vertiente Samborongo con 34 l/s	
Bombeo para uso urbano, agrícola e industrial	8.19		
TOTAL SALIDAS			15.08

Fuente: Muñoz Martínez, T. 2005

Calidad de las aguas

De conformidad con la Legislación Ambiental Secundaria, publicado mediante registro oficial del 31 de marzo del año 2003, las aguas del sector acuífero Centro – Norte de Quito, sólo requieren desinfección para su potabilización.

La determinación de la calidad físico-química-bacteriológica y de la hidrogeoquímica de las aguas se basa en el análisis y recopilación de las siguientes fuentes documentales:

- Proyecto RLA/8/023 ARCAL XXXI. Acuíferos en áreas urbanas. Estudio hidrogeológico – isotópico del Acuífero de Quito. Informe técnico final. Quito, Ecuador, octubre año 2000.
- Proyecto RLA/8/031 (Convenio CEEA-DMMA –EMAAPQ):
 - Programa para la gestión sostenible de los acuíferos de Quito. Propuesta preliminar. Autor J. Dreher, Viena, mayo de 2001.

- Interpretación geoquímica y de calidad de las aguas del acuífero de Quito. Campañas años 2003 y 2004.

De las analíticas recopiladas se concluye que en más del 50% de las captaciones se rebasan los parámetros máximos permitidos para aguas potables por la referida Legislación Ambiental Secundaria en lo que respecta a contenido microbiológico, hierro, manganeso, color, turbidez y aluminio.

La facies hidroquímica es bicarbonatada cálcico – magnésica sódica.

7.1.9. Calidad del aire

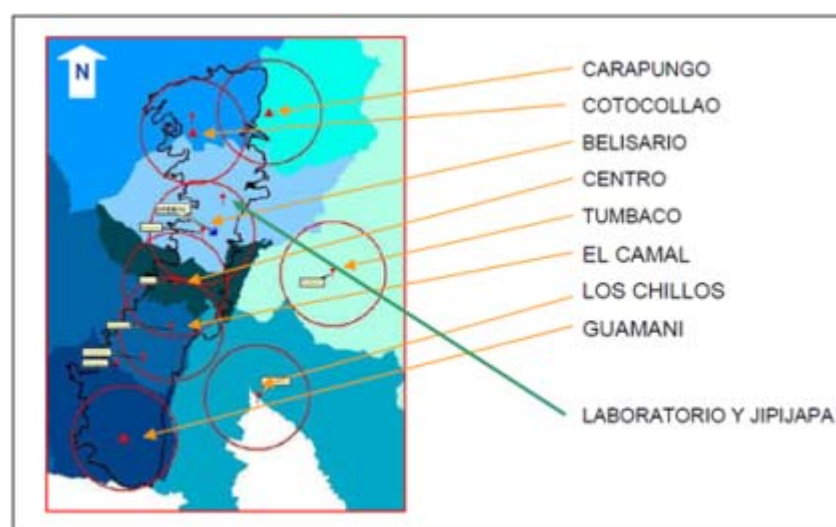
La REMMAQ por medio de sus estaciones remotas ubicadas en el área urbana de la ciudad de Quito y los valles aledaños, está en capacidad de medir de manera continua la concentración en el aire ambiente de cinco de los denominados contaminantes comunes: material particulado fino (PM_{2.5}), óxidos de nitrógeno expresados como dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y oxidantes fotoquímicos expresados como ozono (O₃). En el Cuadro 7.19 se muestra la ubicación de las estaciones de la REMMAQ y en la Figura 7.66 se muestra la localización de las estaciones de monitoreo de la REMMAQ y la ilustración del área de influencia a nivel urbano.

Cuadro 7.19 Ubicación de las estaciones de la REMMAQ

CÓDIGO	NOMBRE	DIRECCIÓN
BEL	Belisario	Terraza del edificio administrativo del Colegio San Gabriel
JIP	Jipijapa	Patio de la Dirección Metropolitana Ambiental (estación de pruebas)
CAM	El Camal	Terraza del Hospital del Patronato Municipal San José Sur
CEN	Centro	Terraza de la Radio Municipal
TUM	Tumbaco	Terraza de Andinatel
LCH	Los Chillos	Terraza de Andinatel
COT	Cotocollao	Museo de Sitio Cotocollao
CAR	Carapungo	Terraza de Andinatel
GUA	Guamaní	Patio de la Escuela Julio Espinosa

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

Figura 7.75 Localización de las estaciones de monitoreo de la REMMAQ



Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

Corpaire posee el primer inventario de emisiones detallado para el DMQ que considera todas las fuentes primarias, así como la distribución temporal (comportamiento diario, mensual y anual) y espacial de los distintos contaminantes emitidos. Este inventario se basa en un modelo matemático aceptado internacionalmente que considera tanto los niveles de actividad de cada proceso investigado, como los factores de emisión (cantidad de contaminante emitido por unidad de actividad) asociados.

Debido a la cantidad y calidad de la información requerida para este inventario, inició en el año 2003 y se actualiza cada dos años, conforme las mejores prácticas que se manejan sobre este tema a nivel mundial: (a) tráfico vehicular tanto a gasolina como a diesel; (b) combustión en industrias y plantas de generación termoeléctrica; (c) vegetación; (d) estaciones de servicio; (f) canteras de materiales de construcción; (g) procesos industriales; (h) asaderos; (i) ladrilleras, (j) quemas e incendios; (k) resuspensión del polvo en vías; (l) uso de combustibles a nivel residencial y comercial; (m) uso de solventes a nivel residencial e industrial; (n) aeropuerto; y, (ñ) rellenos sanitarios.

Equipos de la REMMAQ

La Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ), produce datos confiables sobre la concentración de contaminantes atmosféricos en el Distrito Metropolitano de Quito. La REMMAQ forma parte de la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito (Corpaire). Cuenta con nueve estaciones de monitoreo con capacidad para analizar automáticamente los siguientes contaminantes comunes de aire:

- Monóxido de carbono (CO), seis analizadores;
- Dióxido de azufre (SO₂), seis analizadores;

- Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂ y NO_x), seis analizadores;
- Ozono (O₃), siete analizadores; y,
- Material particulado fino o de diámetro menor a 2,5 micras (PM_{2.5}), cinco analizadores

Cuenta además con:

- Tres muestreadores activos semiautomáticos (high volume samplers) para material particulado total (PTS) y cuatro para material particulado de diámetro menor a 10 micras (PM₁₀), además de cuatro canisters portátiles para tomar muestras de aire y determinar compuestos orgánicos volátiles (COVs); un laboratorio de mantenimiento electrónico equipado con un área climatizada para calibración y pruebas de funcionamiento de los analizadores.
- Equipo de laboratorio de química (espectrofotómetro de absorción atómica, cromatógrafo de gases y equipos menores complementarios), para los análisis gravimétricos de las muestras de partículas colectadas en los muestreadores semiautomáticos y para la determinación de metales en material particulado y compuestos orgánicos volátiles en muestras gaseosas.
- Seis estaciones meteorológicas con sensores automáticos para medir velocidad y dirección del viento (MetOne), humedad (Thies), radiación solar (Kipp & Zonen), temperatura (Thies), presión (Vaisala) y precipitación (Thies).
- Un sodar o perfilador vertical de la atmósfera (Remtech PA1-LR Sodar/RASS), instalado en el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre y que está en fase de pruebas.
- Un centro de control con capacidad para recibir, almacenar y procesar la información de calidad del aire y meteorología capturada por las estaciones de monitoreo y el sodar.

Base Legal

Los valores de concentración de contaminantes comunes del aire, establecidos en esta norma (Texto Unificado de Legislación Ambiental TULAS, Libro IV Anexo 4), así como los que sean determinados en los programas públicos de medición, están sujetos a las condiciones de referencia de 25 °C y 760 mm Hg.

Las mediciones observadas de concentraciones de contaminantes comunes del aire deben corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectúen dichas mediciones, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$Cc = Co * \frac{760mmHg}{PblmmHg} * \frac{(273 + t \circ C) \circ K}{298 \circ K}$$

Donde:



Cc: concentración corregida

Co: concentración observada

Pbl: presión atmosférica local, en milímetros de mercurio.

t °C: temperatura local, en grados centígrados.

$$Cc = 1.34 * Co \quad \text{QUITO}$$

La entidad ambiental de control establecerá un plan de alerta, de alarma y de emergencia ante situaciones críticas de contaminación del aire, basado en el establecimiento de tres niveles de concentración de contaminantes. La ocurrencia de estos niveles determinará la existencia de los estados de alerta, alarma y emergencia.

Se definen los siguientes niveles de alerta, de alarma y de emergencia en lo referente a la calidad del aire (Tabla 1 del Anexo 4.I Libro IV del TULAS). Cada uno de los tres niveles será declarado por la entidad ambiental de control cuando uno o más de los contaminantes comunes indicados exceda la concentración establecida en el Cuadro 7.20, cuando las condiciones atmosféricas se espera sean desfavorables en las próximas 24 horas.

Cuadro 7.20 Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire (1)

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de carbono Concentración promedio en 8 horas	15.000	30.000	40.000
Oxidantes fotoquímicos, expresados como ozono Concentración promedio en 1 hora	300	600	800
Óxidos de nitrógeno, como NO ₂ Concentración promedio en 1 hora	1.200	2.300	3.000
Dióxido de azufre Concentración promedio en 24 horas	800	1.600	2.100
Material particulado PM10 Concentración en 24 horas	250	400	500

Fuente: TULAS, Libro IV, Anexo 4, 2011

Metodología

La información ha sido obtenida de las estaciones de la REMMAQ que se encuentran ubicadas en el área urbana de la ciudad de Quito y los valles aledaños. Estas estaciones tienen la capacidad de medir de manera continua la concentración en el aire ambiente de cinco de los denominados contaminantes comunes: material particulado fino (PM2.5), óxidos de nitrógeno expresados como dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y oxidantes fotoquímicas expresados como ozono (O₃).

Se tomaron las concentraciones de contaminantes atmosféricos de cada una de las estaciones de la CORPAIRE, cuyos datos de los promedios mensuales del año 2010 están publicados en su página web, y se han corregido estos valores como establece la norma ambiental en su artículo 4.1.2.3 del Anexo 4 del Libro 4 del TULAS para la ciudad de Quito.

Para este estudio se ha tomado en cuenta una herramienta útil y utilizada en el DMQ que constituye el Índice Quiteño de la Calidad del Aire (IQCA), construido de acuerdo a los criterios que se exponen más adelante.

Cabe señalar que índices similares al IQCA han sido adoptados en otras ciudades desde hace varios años y han demostrado su efectividad en el cumplimiento de los objetivos arriba señalados; por ello, para el caso de Quito se ha tomado como referencia el Air Quality Index o AQI vigente en los Estados Unidos desde 1976⁷. El IQCA ha sido diseñado por el MDMQ para proporcionar información confiable, oportuna y fácilmente entendible sobre los niveles diarios de contaminación del aire.

Su simplicidad radica en el hecho de que se traducen los términos técnicos a expresiones de uso más generalizado, convirtiendo las concentraciones medidas de los contaminantes del aire, expresadas en microgramos por metro cúbico (u otras unidades equivalentes como partes por millón, por ejemplo) en rangos específicos para cada caso, a una escala numérica y de colores común para todos esos contaminantes, establecidos en función de los efectos que sobre la salud humana tienen los diferentes niveles de contaminación.

La oportunidad y utilidad del IQCA se manifiesta en que para cada rango se describen de manera ilustrativa las principales medidas de precaución, que deberían ser adoptadas por la población para minimizar la magnitud de esos efectos nocivos, así como las medidas de control que deberían tomarse de manera urgente para reducir los niveles de contaminación, bajo los niveles de precaución.

Debe señalarse que el IQCA es un instrumento local y específico de difusión pública de la información de calidad del aire, que busca facilitar la comprensión de la misma, por lo que no debe entenderse como una sustitución de la norma nacional o de los parámetros y unidades técnicas de medición internacionalmente aceptados.

⁷ El AQI constituye una versión actualizada del Pollutant Standard Index (PSI) establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) en 1976 para ser usado en todo su territorio de manera voluntaria. En la actualidad la divulgación del AQI es obligatorio para todas las regiones metropolitanas con más de 350 mil habitantes (EPA, 2000).
Sección 4.1.2 del Libro VI, Anexo 4 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Ministerio del Ambiente, 2002).

(1) Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.



Valores del IQCA

El IQCA es una escala numérica entre 0 y 500, con rangos intermedios expresados también en diferentes colores. Mientras más alto es el valor del IQCA, mayor es el nivel de contaminación atmosférica y, consecuentemente, los peligros para la salud de las personas.

La base de la construcción del IQCA es que un valor de 100 corresponde a los límites máximos permitidos en la norma nacional de calidad del aire⁸ para los distintos contaminantes o, en su defecto, la guía recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de manera de que valores del IQCA comprendidos entre 0 y 100 se consideran inofensivos para la salud humana y, por tanto, no requieren ninguna medida preventiva o de control adicional a las políticas y planes que regularmente se ejecutan en la perspectiva de mejorar la calidad del aire o prevenir su deterioro.

A partir de esta consideración básica, se definen seis niveles o categorías⁹, tomando como límites superiores para cada una de ellas los siguientes criterios:

Para las dos primeras categorías (deseable u óptimo y aceptable o bueno) se han considerado los valores correspondientes al 50% (la mitad) y el 100% (la totalidad) del límite máximo permitido establecido en la norma ecuatoriana o la guía de la OMS, para los períodos de medición utilizados en la definición de los niveles de alerta, alarma y emergencia de la misma norma¹⁰.

El nivel deseable (óptimo) se introduce como un indicativo de la mejor condición que se podría alcanzar, y con ello incentivar el cumplimiento de las medidas regulares o normales de control, definidas por las autoridades y la sociedad. El nivel aceptable (bueno) indica el cumplimiento con la norma de calidad.

Entre el límite máximo permitido (norma) y el nivel de alerta, se ha introducido un nivel denominado de precaución, que si bien no indica la ocurrencia de un episodio crítico de contaminación, muestra una excedencia que debe ser reportada.

Para las tres siguientes categorías (alerta, alarma y emergencia), se adoptan los valores establecidos en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire correspondientes a las concentraciones que definen los niveles de alerta, alarma y emergencia ante episodios críticos de contaminación del aire¹¹.

⁸ Sección 4.1.2 del Libro VI, Anexo 4 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Ministerio del Ambiente, 2002).

⁹ Los nombres de las distintas categorías se basan en las definiciones fijadas en el diccionario de la Real Academia Española

¹⁰ En 4 casos (CO, O₃, SO₂ y PM_{2.5}) esos límites máximos permitidos y los de los niveles de alerta, alarma y emergencia están fijados en las Secciones 4.1.2 y 4.1.3, respectivamente, del Libro VI, Anexo 4 del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (Ministerio del Ambiente, 2002). En el caso del NO₂, el límite máximo permitido en la norma se refiere a concentraciones en 24 horas, mientras que los límites de alerta, alarma y emergencia se refieren a concentraciones promedio en 1 hora, por lo que para el IQCA se ha escogido como límite máximo permitido el criterio de la concentración promedio en 1 hora fijado por la OMS

¹¹ Según la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire, un episodio crítico de contaminación se define como “la presencia de altas concentraciones de contaminantes comunes del aire y por períodos cortos de tiempo, como resultado de condiciones meteorológicas desfavorables que impiden

En el Cuadro 7.21 se presenta las categorías del IQCA y sus valores límites, para cada contaminante común de la atmósfera, junto con el código de colores a ser utilizado.

Cuadro 7.21 Límites numéricos de cada categoría del IQCA (µg/m³)

Rango	Categoría	CO (a)	O ₃ (b)	NO ₂ (c)	SO ₂ (d)	PM _{2,5} (e)
0-50	Nivel deseable u óptimo	0-5.000	0-80	0-100	0-175	0-33
51-100	Nivel aceptable o bueno	5.001-10.000	81-160	101-200	176-350	34-65
101-200	Nivel de precaución	10.001-15.000	161-300	201-1.200	351-800	66-150
201-300	Nivel de alerta	15.001-30.000	301-600	1.201-2.300	801-1.600	151-250
301-400	Nivel de alarma	30.001-40.000	601-800	2.301-3.000	1.601-2.100	251-350
401-500	Nivel de emergencia	> 40.000	> 800	> 3.000	> 2.100	> 350

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

Notas: Límites numéricos de cada categoría del IQCA (µg/m³)

(a) Se refiere a la concentración promedio en 8 horas

(b) Se refiere a la concentración promedio en 1 hora

(c) Se refiere a la concentración promedio en 1 hora

(d) Se refiere a la concentración promedio en 24 horas

(e) Se refiere a la concentración promedio en 24 horas

Dada la naturaleza y lógica de este índice, en el caso de que los límites máximos permitidos o los que definen los distintos niveles se modifiquen en la legislación nacional o local respectiva, el IQCA podrá incorporar esos cambios, manteniendo el diseño conceptual original.

En el Cuadro 7.22 se incluye el significado para cada categoría desde el punto de vista de las preocupaciones para la salud de las personas y además un código de colores que posibilita una más rápida asimilación del mensaje que se pretende comunicar. Estos colores han sido adaptados en asociación con la comunicación de alertas utilizada para el caso de las erupciones volcánicas, sobre lo que existe alguna experiencia en Quito.

la dispersión de contaminantes previamente emitidos”, que obliga a la implementación de planes de contingencia para prevenir los potenciales impactos nocivos sobre la salud.



El término “individuos sensibles” que se utiliza en el contexto del Cuadro 7.22 ha sido elaborado sobre la base de investigaciones realizadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Cuadro 7.22 Rangos, significados y colores de las categorías del IQCA

Rangos	Condición desde el punto de vista de la salud	Color de identificación
0-50	Óptima	Blanco
50-100	Buena	Verde
100-200	No saludable para individuos extremadamente sensibles (enfermos crónicos y convalescientes)	Gris
200-300	No saludable para individuos sensibles (enfermos crónicos)	Amarillo
300-400	No saludable para la mayoría de la población y peligrosa para individuos sensibles	Naranja
400-500	Peligrosa para toda la población	Rojo

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

Cálculo del IQCA

Las mediciones de las concentraciones de los contaminantes comunes del aire realizadas por los analizadores automáticos de las estaciones remotas de la REMMAQ se convierten a los valores del IQCA utilizando simples relaciones lineales para cada contaminante, según se muestra en el Cuadro 7.23.

Cuadro 7.23 Expresiones matemáticas para el cálculo del IQCA

CONTAMINANTE	EXPRESIONES MATEMÁTICAS PARA CADA RANGO DE CONCENTRACIÓN			
CO (concentración en 8 horas, mg/m ³)	promedio $0 < Ci \leq 10$	$10 < Ci \leq 15$	$15 < Ci \leq 30$	$30 < Ci$
	$IQCA = 10Ci$	$IQCA = 20Ci - 100,0$	$IQCA = 6,67Ci + 100,00$	$IQCA = 10C$
O ₃ (concentración promedio en 1 hora, ug/m ³)	$0 < Ci \leq 160$	$160 < Ci \leq 300$	$300 < Ci \leq 600$	$600 < Ci$
	$IQCA = 0,6250Ci$	$IQCA = 0,7143Ci - 14,29$	$IQCA = 0,333Ci + 100,0$	$IQCA = 0,500Ci$
NO ₂ (concentración promedio en 1 hora, ug/m ³)	$0 < Ci \leq 200$	$200 < Ci \leq 1.200$	$1.200 < Ci \leq 2.300$	$2.300 < Ci$
	$IQCA = 0,5000Ci$	$IQCA = 0,1000Ci + 80,0$	$IQCA = 0,0909Ci + 90,91$	$IQCA = 0,1429Ci - 28,57$

CONTAMINANTE	EXPRESIONES MATEMÁTICAS PARA CADA RANGO DE CONCENTRACIÓN			
SO ₂ (concentración promedio en 24 horas, ug/m ³)	$0 < Ci \leq 350$	$350 < Ci \leq 800$	$800 < Ci \leq 1.600$	$1.600 < Ci$
	$IQCA = 0,2857Ci$	$IQCA = 0,2222Ci + 22,23$	$IQCA = 0,1250Ci + 100,0$	$IQCA = 0,2000Ci - 20,0$
PM _{2.5} (concentración promedio en 24 horas, ug/m ³)	$0 < Ci \leq 65$	$65 < Ci \leq 150$	$150 < Ci$	
	$IQCA = 1,5385Ci$	$IQCA = 1,1786Ci + 23,21$	$IQCA = Ci + 50,0$	

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

Procesamiento de Datos

Para determinar la calidad de aire en el Distrito Metropolitano de Quito, se tomaron las estaciones que cubren las parroquias urbanas que se encuentren en el trayecto del trazado que son:

- Cotocollao
- Belisario
- Centro
- El Camal
- Guamaní

En el Cuadro 7.24 se detalla la ubicación, dirección y equipamiento de las estaciones consideradas.

Cuadro 7.24 Ubicación geográfica, dirección y equipamiento de las estaciones de análisis

CÓDIGO	NOMBRE	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ALTITUD (msnm)	DIRECCIÓN	EQUIPAMIENTO
COT	Cotocollao	78°29'50" W 0°6'28" S	2.793	Cotocollao, Santa Teresa # 70-121 entre Ignacio Loyola y Alfonso del Hierro	SO ₂ , CO, O ₃ , NO _x , PAR, PM ₁₀ , MET
BEL	Belisario	78°29'24" W, 0°10'48" S	2.835	Terraza del edificio administrativo del Colegio San Gabriel (Av. América 3541)	SO ₂ , CO, O ₃ , NO _x , PM _{2.5} , PM ₁₀ , MET
CAM	El Camal	78°30'36" W, 0°15'00" S	2.840	Terraza del Hosp. Patronato Municipal San José Sur (Adrián Navarro 1660 e Hinostroza)	SO ₂ , CO, O ₃ , NO _x , PM _{2.5} , PTS, MET
CEN	Centro	78°30'36" W, 0°13'12" S	2.820	Terraza de la Radio Municipal (ex Hogar Javier, García Moreno 751 y Sucre)	SO ₂ , CO, NO _x , PM _{2.5}



CÓDIGO	NOMBRE	COORDENADAS GEOGRAFICAS	ALTITUD (msnm)	DIRECCIÓN	EQUIPAMIENTO
GUA	Guamaní	78°33'5" W, 0°19'51" S	3.066	Patio de la Escuela Julio Enrique Moreno (Patricio Romero S/N y Lucía Alban)	CO,NO _x ,O ₃ , PTS

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

Para estimar la calidad de aire para el 2010 se tomaron los resultados de la CORPAIRE de los valores de contaminantes que se encuentran en el aire del DMQ.

Análisis de resultados

Concentración de dióxido de azufre (SO₂)

Para las concentraciones de dióxido de azufre (SO₂), se realizó un promedio mensual del año 2010 de las estaciones Cotocollao, Belisario, El Camal y Centro; la estación Guamaní no se consideró por lo que ésta no aplica para las mediciones de dióxido de azufre (SO₂). Los valores obtenidos de cada promedio mensual se corrigieron de acuerdo a la Norma Ambiental vigente en el Ecuador (TULAS), detallada en el Cuadro 7.25.

Cuadro 7.25 Concentraciones de dióxido de azufre (SO₂)

Meses/Estación	Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.
Enero	2,94	3,95	6,77	9,07	9,00	12,06	5,18	6,94
Febrero	3,18	4,26	3,99	5,35	7,92	10,61	2,57	3,44
Marzo	3,75	5,03	6,44	8,62	9,21	12,34	4,56	6,12
Abril	3,49	4,68	5,42	7,26	8,16	10,93	5,05	6,76
Mayo	3,20	4,29	3,93	5,27	5,77	7,73	3,85	5,16
Junio	3,72	4,98	5,74	7,69	10,03	13,44	6,10	8,18
Julio	4,48	6,00	6,35	8,51	11,92	15,97	6,19	8,29
Agosto	3,63	4,86	4,69	6,28	11,23	15,04	4,37	5,86
Septiembre	2,80	3,75	5,42	7,26	10,83	14,52	4,60	6,17
Octubre	2,88	3,86	4,96	6,64	7,44	9,97	4,24	5,68
Noviembre	3,39	4,54	4,62	6,19	11,51	15,43	6,05	8,10
Diciembre	2,77	3,71	3,56	4,77	6,14	8,23	4,12	5,52

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

De acuerdo con la normativa ambiental vigente, se evidencia que las concentraciones están dentro de los límites permisibles en cada una de las estaciones de monitoreo, como muestran las Figuras 7.75 a 7.78. La Tabla 1 del

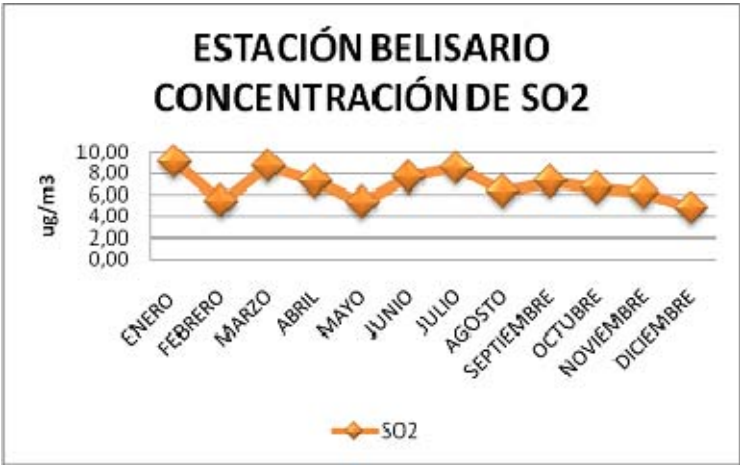
Anexo 4 Libro IV del TULAS establece que el alerta posee concentraciones de dióxido de azufre en la atmósfera superiores de 800, alarma 1.600 y emergencia 2.100.

Figura 7.76 Concentración de SO₂ en la Estación Cotocollao



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.77 Concentración de SO₂ en la Estación Belisario



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.78 Concentración de SO2 en la Estación El Camal



Fuente: Elaboración propia, 2011

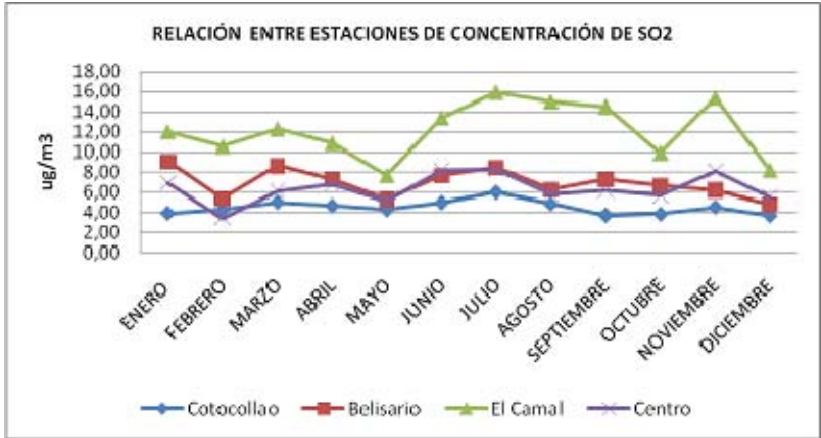
Figura 7.79 Concentración de SO2 en la Estación Centro



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Figura 7.79 muestra la relación de estaciones en concentraciones de dióxido de azufre. Se evidencia que la estación El Camal presenta la más elevada concentración.

Figura 7.80 Relación entre estaciones en concentraciones de SO2



Fuente: Elaboración propia, 2011

El Municipio de Quito en su Informe de la Calidad de Aire en Quito 2010, menciona una disminución del 20% de SO₂ en comparación con el año 2009. El informe relaciona la disminución de la concentración de SO₂ por el bajo contenido de azufre registrado en las gasolinas que se comercializaron en el Distrito desde el mes de abril del 2009 y también por la consolidación de la Revisión Técnica Vehicular (vehículos activos mejor calibrados¹²).

Concentración de monóxido de carbono (CO)

Para las concentraciones de monóxido de carbono (CO) se realizó un promedio mensual del año 2010 en las estaciones Cotocollao, Belisario, El Camal, Centro y Guamaní. Los valores obtenidos de cada promedio mensual se corrigieron de acuerdo a la norma ambiental vigente en el Ecuador (TULAS), detallados en el Cuadro 7.25.

Cuadro 7.26 Concentraciones de monóxido de carbono (CO)

Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.	Guamaní	Correg.
0,58	0,78	0,81	1,08	0,77	1,04	0,77	1,03	0,74	0,99
0,77	1,03	0,92	1,24	0,84	1,12	0,88	1,18	0,60	0,81
0,70	0,94	0,91	1,22	0,81	1,08	0,94	1,26	0,64	0,86
0,68	0,91	1,21	1,62	0,82	1,10	1,12	1,50	0,84	1,13
0,63	0,84	0,96	1,29	0,70	0,94	0,88	1,17	0,73	0,98
0,55	0,73	1,03	1,38	0,75	1,01	0,99	1,32	0,65	0,87
0,64	0,86	0,85	1,14	0,84	1,12	0,93	1,25	0,64	0,86
0,73	0,97	0,84	1,13	0,72	0,96	0,76	1,02	0,61	0,81

¹² Según datos entregados por el ingeniero Bladimir Ibarra de la Red de Monitoreo Atmosférico de la Secretaría de Ambiente, diciembre 2011

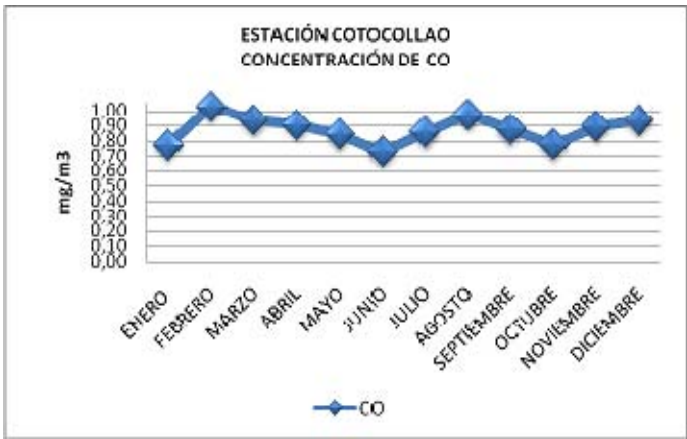


Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.	Guamaní	Correg.
0,65	0,88	0,96	1,29	0,88	1,18	0,90	1,21	0,62	0,83
0,58	0,78	0,92	1,23	0,66	0,89	0,72	0,97	0,56	0,75
0,67	0,90	1,01	1,35	0,83	1,11	0,98	1,31	0,68	0,90
0,70	0,94	0,95	1,27	0,84	1,13	0,88	1,18	0,63	0,85

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

De acuerdo con la normativa ambiental vigente, se evidencia que las concentraciones están dentro de los límites permisibles en cada una de las estaciones de monitoreo, como muestran las Figuras 7.71 a 7.75. La Tabla 1 del Anexo 4 Libro IV del TULAS establece que el alerta posee concentraciones de monóxido de carbono en la atmósfera superiores de 15.000, alarma 30.000 y emergencia 40.000.

Figura 7.81 Concentración de CO en la Estación Cotocollao



Fuente: Elaboración propia, 2010

Figura 7.82 Concentración de CO en la Estación Belisario



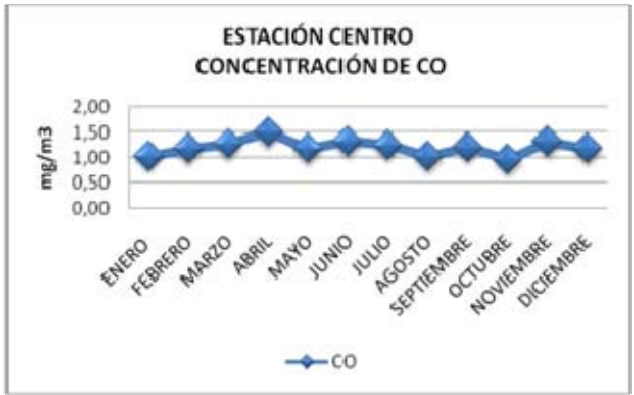
Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.83 Concentración de CO en la Estación El Camal



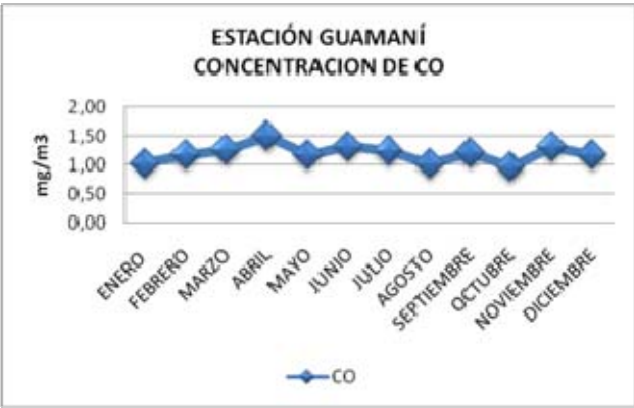
Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.84 Concentración de CO en la Estación Centro



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.85 Concentración de CO en la Estación Guamaní

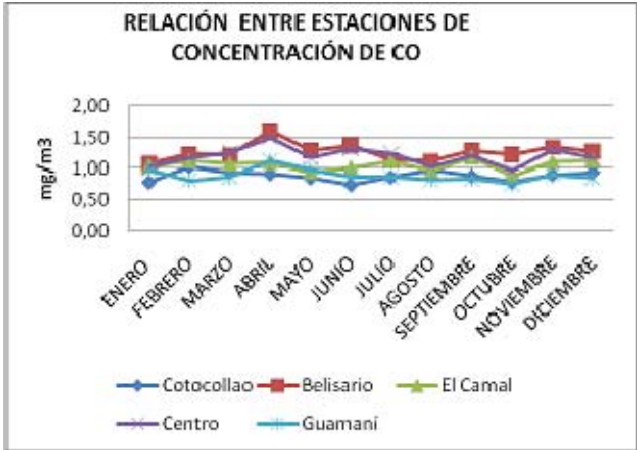


Fuente: Elaboración propia, 2011



La Figura 7.85 muestra la relación de estaciones en concentraciones de monóxido de carbono, donde se evidencia que la estación Belisario presenta la más elevada concentración.

Figura 7.86 Relaciones entre estaciones en concentraciones de CO



Fuente: Elaboración propia, 2011

Concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂)

Para las concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO₂) se realizó un promedio mensual del año 2010, para las estaciones Cotocollao, Belisario, El Camal, Centro y Guamaní. Los valores obtenidos de cada promedio mensual se corrigieron de acuerdo a la norma ambiental vigente en el Ecuador (TULAS), detallado en el Cuadro 7.27.

Cuadro 7.27 Concentraciones de dióxidos de nitrógeno (NO₂)

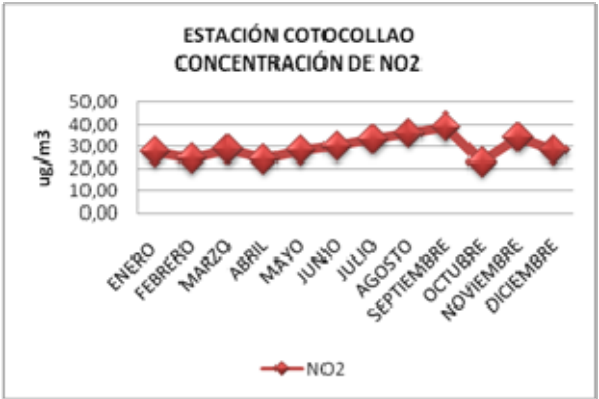
Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.	Guamaní	Correg.
20,65	27,66	26,63	35,69	27,08	36,28	24,24	32,48	15,20	20,37
18,37	24,61	22,66	30,36	23,78	31,86	23,13	31,00	16,19	21,69
21,37	28,64	28,76	38,54	30,58	40,97	27,10	36,32	17,53	23,49
18,16	24,34	27,28	36,56	30,29	40,59	24,22	32,45	16,68	22,35
21,05	28,21	25,68	34,40	27,94	37,44	25,12	33,66	16,04	21,50
22,51	30,16	29,97	40,16	28,76	38,54	26,72	35,80	13,55	18,16
24,82	33,25	29,49	39,51	32,39	43,41	33,00	44,22	17,71	23,73
27,08	36,29	30,03	40,24	32,94	44,14	31,12	41,70	10,60	14,21
28,96	38,80	36,62	49,07	40,07	53,70	37,01	49,59	17,32	23,20
17,20	23,05	30,00	40,20	33,61	45,04	30,50	40,87	20,70	27,74

Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.	Guamaní	Correg.
25,41	34,05	34,10	45,70	38,87	52,09	37,15	49,79	23,16	31,04
21,02	28,17	28,11	37,66	34,14	45,74	31,29	41,93	22,22	29,78

Fuente: http://www.corpaire.org/siteCorpaire/rma_main.jsp, 2011

De acuerdo con la normativa ambiental vigente, se evidencia que las concentraciones están dentro de los límites permisibles en cada una de las estaciones de monitoreo, como muestran las figuras 7.86 a 7.90. La Tabla 1 del Anexo 4 Libro IV del TULAS establece que el alerta debe poseer concentraciones de óxidos de nitrógeno en la atmosfera superiores de 1.200, alarma 2.300 y emergencia 3.000.

Figura 7.87 Concentración de NO₂ en la Estación Cotocollao



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.88 Concentración de NO₂ en la Estación Belisario



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.89 Concentración de NO2 en la Estación El Canal



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.90 Concentración de NO2 en la Estación Centro



Fuente: Elaboración propia, 2011

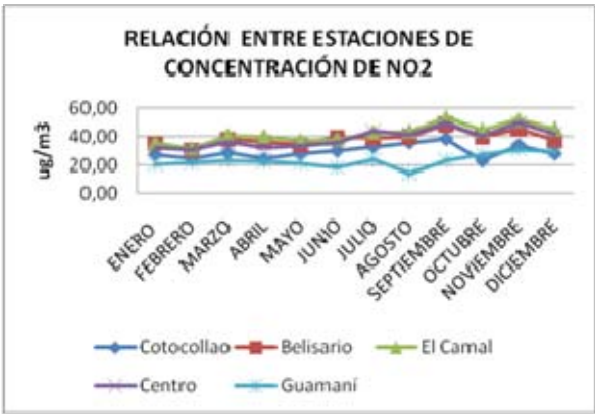
Figura 7.91 Concentración de NO2 en la Estación Guamaní



Fuente: Elaboración propia, 2011

En la Figura 7.91 se muestra la relación de estaciones en concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO₂). Es evidente que la Estación El Camal registra la más elevada concentración.

Figura 7.92 Relación entre estaciones en concentraciones de NO2



Fuente: Elaboración propia, 2011

El Municipio de Quito en su Informe de la Calidad de Aire en Quito del año 2010, señaló que las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂) más altas están, en primer lugar, en la plazoleta La Marín, Chillogallo y Carcelén y, en segundo lugar, en las calles Necochea, Conocoto, el sector de la Basílica y el sector de la Escuela Sucre.

Concentración de material particulado (PM_{2.5})

Para las concentraciones de material particulado (PM_{2.5}) se realizó un promedio mensual del año 2010 para las estaciones Cotocollao, Belisario, El Camal y Centro. La estación Guamaní no se consideró por lo que no aplica para las mediciones de material particulado (PM_{2.5}). Los valores obtenidos de cada promedio mensual se los corrigió de acuerdo a la norma ambiental vigente en el Ecuador (TULAS) (ver Cuadro 7.28).

Cuadro 7.28 Concentraciones de material particulado (PM_{2.5})

Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.
20,66	27,69	19,37	25,95	26,22	35,13	21,58	28,92
15,45	20,70	16,66	22,33	22,68	30,39	17,96	24,07
17,09	22,89	19,88	26,64	22,97	30,78	20,54	27,53
14,04	18,82	17,37	23,27	19,72	26,42	19,31	25,88
15,06	20,18	16,25	21,78	21,99	29,46	17,03	22,81
15,46	20,71	16,73	22,42	22,70	30,42	17,31	23,20
15,32	20,53	17,53	23,49	23,82	31,93	17,89	23,97

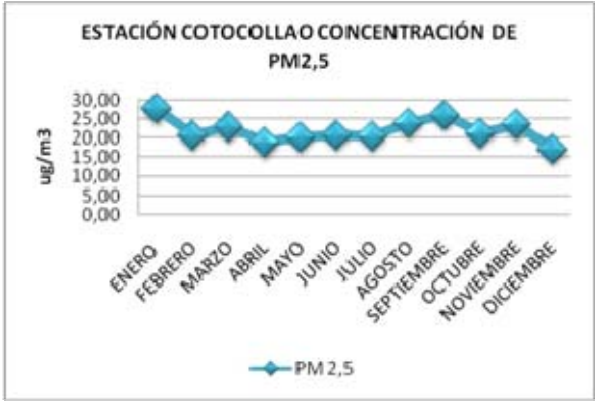


Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.
17,83	23,89	17,69	23,70	23,54	31,55	18,88	25,30
19,39	25,98	22,14	29,67	28,03	37,56	22,74	30,47
15,85	21,24	18,22	24,41	21,82	29,24	18,55	24,86
17,57	23,55	21,48	28,78	26,97	36,14	24,27	32,53
12,72	17,05	16,61	22,25	19,92	26,69	17,51	23,46

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2011

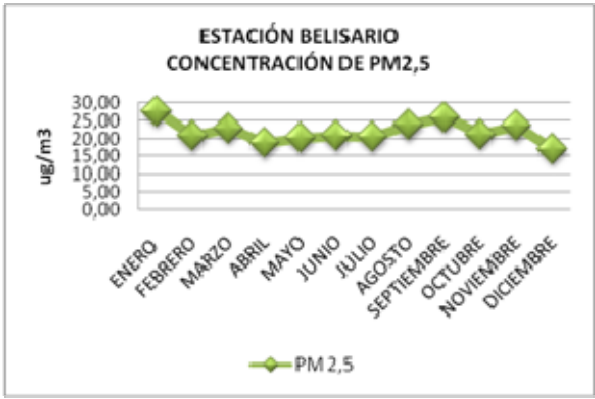
De conformidad con la normativa ambiental vigente se evidencia que las concentraciones están fuera de los límites permisibles, que es 15 ug/m3 en cada una de las estaciones de monitoreo, como muestran las Figuras 7.92 a 7.95 de acuerdo a la Tabla 1 del Anexo 4 Libro IV del TULAS.

Figura 7.93 Concentración de PM_{2,5} en la Estación Cotocollao



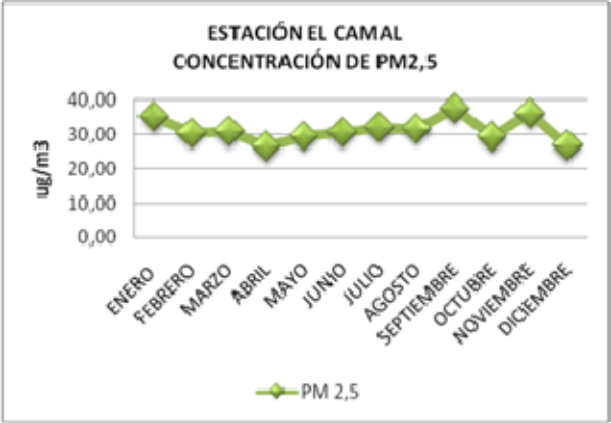
Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.94 Concentración de PM_{2,5} en la Estación Belisario



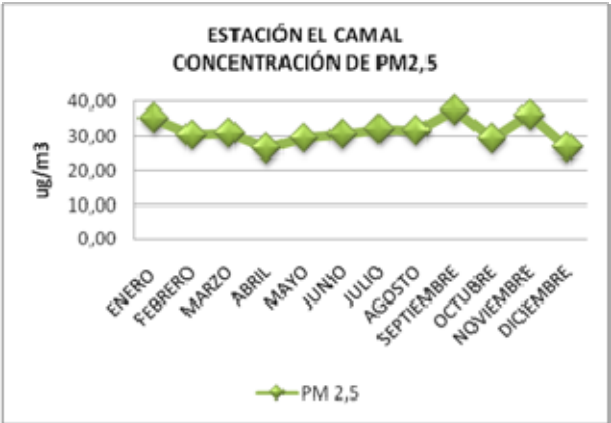
Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.95 Concentración de PM_{2,5} en la Estación El Camal



Fuente: Elaboración propia, 2011

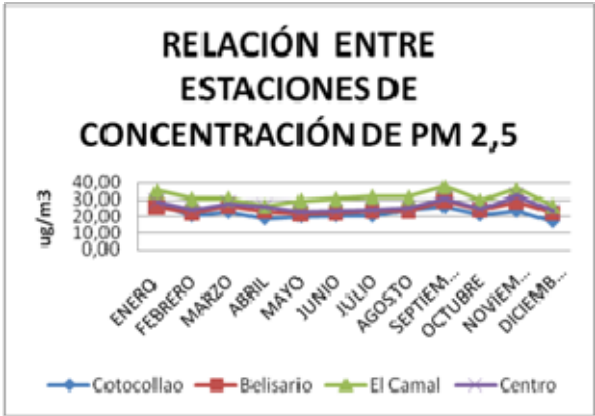
Figura 7.96 Concentración de PM_{2,5} en la Estación Centro



Fuente: Elaboración propia, 2011

En la Figura 7.96 se muestra la relación de estaciones en concentraciones de material particulado (PM2.5); es evidente que la estación El Camal registra la más elevada concentración.

Figura 7.97 Relación entre estaciones en concentraciones de material particulado (PM_{2,5})



Fuente: Elaboración propia, 2011

El Municipio de Quito en su Informe de la Calidad de Aire en Quito de 2010, informó de acuerdo a los registros de 2010, que los principales problemas del aire de Quito están relacionados con la presencia de PM_{2,5} y partículas sedimentables. Las concentraciones promedio anuales de PM_{2.5} de El Camal (23,4), Centro (19,4), Carapungo (18,7), Belisario (18,4) y Cotocollao (16,4) exceden la concentración máxima permitida por la norma ecuatoriana (15 µg/m³).

Concentración de oxidantes fotoquímicos (O₃)

Para las concentraciones de oxidantes fotoquímicos (O₃) se realizó un promedio mensual del año 2010 para las estaciones Cotocollao, Belisario, El Camal, Centro y Guamaní. Los valores obtenidos de cada promedio mensual se corrigieron de conformidad con la norma ambiental vigente en el Ecuador (TULAS), detalladas en el Cuadro 7.29.

Cuadro 7.29 Concentraciones de oxidantes fotoquímicos (O₃)

Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.	Guamaní	Correg.
25,42	34,07	22,53	30,18	22,13	29,65	23,26	31,17	31,61	42,35
22,00	29,48	19,02	25,48	18,04	24,18	19,25	25,79	25,35	33,97
24,49	32,81	19,92	26,69	21,04	28,20	21,00	28,14	30,35	40,66
17,39	23,30	13,53	18,13	15,27	20,46	15,50	20,77	21,03	28,17
17,36	23,27	14,78	19,81	17,00	22,77	17,82	23,88	23,17	31,05
17,85	23,92	16,56	22,19	17,14	22,97	17,31	23,20	25,89	34,69
21,64	28,99	18,17	24,35	16,31	21,85	18,87	25,29	29,05	38,93
32,56	43,64	29,21	39,14	33,19	44,47	31,65	42,42	45,68	61,21
41,44	55,53	40,79	54,66	44,78	60,00	42,34	56,74	58,41	78,28

Cotocollao	Correg.	Belisario	Correg.	El Camal	Correg.	Centro	Correg.	Guamaní	Correg.
38,90	52,12	31,39	42,06	30,09	40,32	32,89	44,07	41,56	55,69
19,84	26,58	19,46	26,08	20,80	27,88	22,41	30,02	29,23	39,17
14,33	19,20	18,01	24,13	19,88	26,64	19,86	26,61	25,25	33,83

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria, 2011

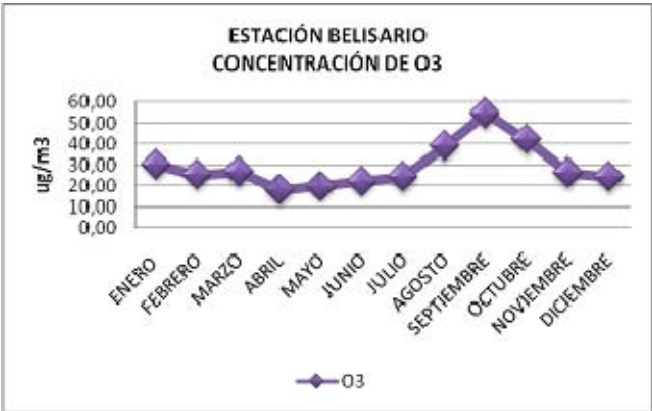
De acuerdo con la normativa ambiental vigente se evidencia que las concentraciones están dentro de los límites permisibles en cada una de las estaciones de monitoreo, como muestran las Figuras 7.97 a 7.101. De conformidad con la Tabla 1 del Anexo 4 Libro IV del TULAS, se establece que el alerta posee concentraciones de oxidantes fotoquímicos (O₃) en la atmósfera superiores de 300, alarma 600 y emergencia 800.

Figura 7.98 Concentración de O₃ en la Estación Cotocollao



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.99 Concentración de O₃ en la Estación Belisario



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.100 Concentración de O₃ en la Estación El Camal



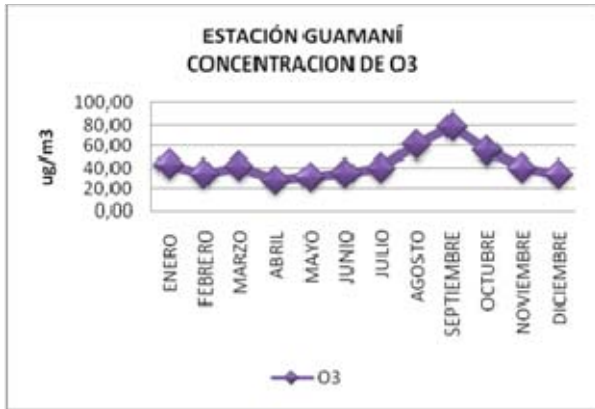
Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.101 Concentración de O₃ en la Estación Centro



Fuente: Elaboración propia, 2011

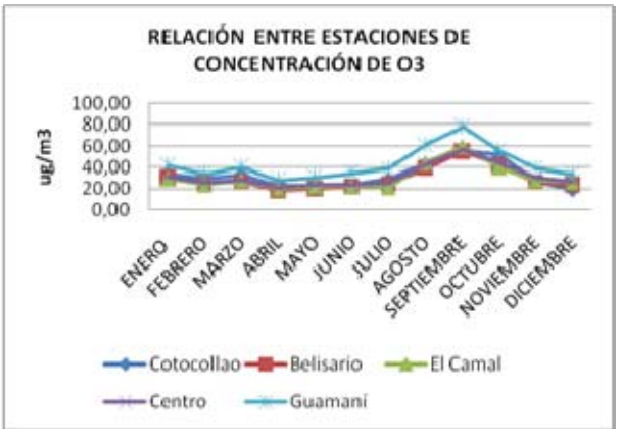
Figura 7.102 Concentración de O₃ en la Estación Guamaní



Fuente: Elaboración propia, 2011

En la Figura 7.102 se muestra la relación de estaciones en concentraciones de oxidantes fotoquímicos (O₃), es evidente que la estación de Guamaní presenta la más elevada concentración.

Figura 7.103 Relación entre estaciones en concentraciones de O₃



Fuente: Elaboración propia, 2011

El Municipio de Quito en su Informe de la Calidad de Aire en Quito de 2010, señaló que los registros de ozono (O₃) revelan que el sector con la mayor concentración de ozono troposférico es Pomasqui, seguidos por Cruz Loma (causado por el incremento de este contaminante con la altura sobre el nivel del mar y por el incremento de la radiación solar) y Guayllabamba.

Conclusiones

La calidad del aire se encuentra bajo los límites permisibles que establece la normativa ambiental ecuatoriana en cuanto a la concentración de contaminantes atmosféricos como dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y oxidantes fotoquímicos; sin embargo, uno de los problemas que tiene el DMQ son las concentraciones de material particulado que presentan valores por sobre la norma ambiental, causando problemas respiratorios a la ciudadanía.

7.1.10. Ruido

El ruido es la forma de contaminación más frecuente y subestimada y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable. En un sentido más amplio, ruido es todo sonido percibido no deseado por el receptor, y se define al sonido como todo agente físico que estimula el sentido del oído.

De acuerdo a la OIT la pérdida de la capacidad auditiva es el efecto perjudicial del ruido más conocido y probablemente el más grave, pero no el único. A determinada intensidad y tiempo de exposición produce daños



(en algunos casos irreparables) en nuestra capacidad de audición, además de otras reacciones psicológicas y fisiológicas en nuestro organismo.

La nocividad del ruido depende de:

- a) Nivel de intensidad
- b) Tiempo de exposición
- c) Frecuencia: Los ruidos de alta frecuencia son más nocivos que los de baja frecuencia
- d) Intervalo entre las exposiciones
- e) Sujeto pasivo receptor

Los niveles y espectros del ruido están en función de diversos parámetros tales como: tipo de vehículos, carga transportada, condiciones de utilización, estado de la infraestructura urbana (naturaleza del pavimento, regulación del tráfico, estructura urbanística). De los parámetros anteriores la intensidad del tráfico es el parámetro de mayor relevancia.

En esta sección se tratará la contaminación por ruido ambiental en la ciudad de Quito. Los resultados obtenidos servirán para comparar los niveles de ruido existentes con la normativa ambiental vigente que regula dichas emisiones.

Antecedentes

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ) a través de su Secretaría de Ambiente monitorea las emisiones de ruido ambiente en la zona urbana de Quito desde el año 2003. Según los resultados del monitoreo realizados entre 2005 y 2006, se presentaron casos con altos valores de ruido producidos por fuentes móviles, que alcanzaron valores entre 81,9 y 88,5 decibeles. En el Cuadro 7.30 se resumen los datos.

Cuadro 7.30 Registro de emisiones de ruido en Quito. Años 2005 y 2006

DECIBELES	HORA	FECHA	LUGAR	FUENTES MÓVILES
88,5 dB(A)	17h55	15 sep 2005	Administración zonal Quitumbe. Av. Mariscal Sucre y Calle G. Barrio La Florida	130 vehículos livianos (69%), 16 vehículos pesados, 6 motocicletas, 37 buses y busetas (20%)
87,0 dB(A)	10h35	03 oct 2006	Administración zonal Eloy Alfaro. Cardenal de la Torre y Ajaví	82% vehículos livianos 9% buses y busetas
84,7 dB(A)	10h30	23 nov 2006	Administración zonal Norte. Av. Eloy Alfaro y Los Álamos	65% vehículos livianos, 20% vehículos pesados, 9% buses y busetas

DECIBELES	HORA	FECHA	LUGAR	FUENTES MÓVILES
84,4 dB(A)	09h20	20 oct 2005	Administración zonal Norte. Av. Eloy Alfaro y Los Álamos	74% vehículos livianos 19% vehículos pesados y 5% de buses y busetas
83,7 dB(A)	18h40	28 sep 2005	Administración zonal Eloy Alfaro. Necochea y Huancavilca	80% vehículos livianos, 15% de buses y busetas
81,9 dB(A)	12h25	19 sep 2006	Administración zonal Quitumbe. Av. Panamericana Sur. Km 14	62% vehículos livianos, 19% buses y busetas

Fuente: Atlas Ambiental de Quito, 2011

Para el año 2007, el 97% de las mediciones fueron superiores a 65 dB(A), siendo el transporte pesado la principal fuente de ruido.

En el año 2010 el MDMQ tomo medidas de control y mitigación para enfrentar el elevado incremento del parque automotor y sus consecuencias (congestión vehicular, pérdida de calidad de aire y emisiones de ruido) mediante la implementación del sistema Pico y Placa además del control de revisión vehicular obligatoria en el Distrito Metropolitano de Quito.

Actualmente, el DMQ cuenta con tres estaciones de monitoreo para emisiones de ruido ambiente: Jipijapa, Centro Histórico y El Camal, las que monitorean de manera permanente desde el mes de diciembre de 2010 en Jipijapa y desde el mes de marzo del año 2011 en El Camal y Centro Histórico.

Quito es la única ciudad del Ecuador que monitorea emisiones de ruido ambiente de manera sistemática, esto es, con sonómetros Tipo 1 y su respectivo calibrador tipo 1, los cuales permiten calcular el nivel de presión sonora equivalente (Leq expresado en decibeles dBA), para un tiempo de integración 1 hora percentiles L10 y L90.

En el Cuadro 7.31 se presentan los promedios obtenidos en las estaciones mencionadas desde que se inició el monitoreo.

Cuadro 7.31 Promedios de monitoreo registrados en estaciones en el DMQ

ESTACIÓN	PROMEDIO DÍA (dBA)	PROMEDIO NOCHE (dBA)
El Camal	64,2	59,0
Centro Histórico	59,0	54,3
Jipijapa	64,4	60,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Secretaria Municipal de Medio Ambiente, 2011



En cuanto a la medición de las emisiones de ruido desde fuentes móviles, dispuestas por la Ordenanza Metropolitana 213, los rangos de cumplimiento son establecidos en la Norma Técnica INEN 2349 y aplicados por la Revisión Técnica Vehicular, tal como se indica en el Cuadro 7.32.

Cuadro 7.32 Límites para emisiones de ruido en fuentes móviles

Tipo de vehículo	Rango (en dB)	Calificación del defecto	Descripción de la calificación
Livianos y Taxis	>88 dB	Tipo III	Peligroso, el vehículo es rechazado
Livianos y Taxis	83 < X < 88	Tipo II	Grave, la acumulación de 10 defectos graves de diferentes familias o de 4 de la misma familia son causa de rechazo
Livianos y Taxis	75 < X < 83	Tipo I	Moderado, no involucra riesgo inminente, pero con el tiempo puede convertirse en II y luego en III; no es causa de rechazo
Motos y buses	>90 dB	Tipo III	Peligroso, el vehículo es rechazado
Livianos y Taxis	85 < X < 90	Tipo II	Grave, la acumulación de 10 defectos graves de diferentes familias o de 4 de la misma familia son causa de rechazo
Livianos y Taxis	75 < X < 85	Tipo I	Moderado, no involucra riesgo inminente, pero con el tiempo puede convertirse en II y luego en III; no es causa de rechazo

Fuente: Norma Técnica INEN 2349, Revisión Técnica Vehicular, 2011

Las mediciones se hacen en los Centros de Revisión y Control Vehicular. La fiscalización de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) está siendo transferida de CORPAIRE a la Secretaría de Movilidad del MDMQ.

En el Cuadro 7.33 se resume el desempeño positivo de los vehículos en la RTV. Como se ve, las motos son las más ruidosas, pese a que la norma es más permisiva con ellas (por eso, es correcto incluirlas dentro de la RTV y de todas las medidas de restricción de la circulación vigentes).

Cuadro 7.33 Desempeño de la revisión de tránsito vehicular

AÑO	MOTOS (%)	LIVIANOS (%)	PESADOS (%)
2006	2,2	2,0	1,4
2007	1,1	0,9	1,1
2008	2,4	0,9	0,7
2009	1,4	0,3	1,0

AÑO	MOTOS (%)	LIVIANOS (%)	PESADOS (%)
2010	0,8	0,5	0,3

Fuente: Elaboración propia, 2011

Metodología

Para el presente estudio se seleccionó una metodología basada en la norma ISO 1996-2, que permitió cuantificar las emisiones de ruido ambiental provenientes principalmente del parque automotor en las zonas de ubicación de las estaciones del Metro.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados previo a varias visitas de reconocimiento de las áreas de influencia de cada estación y considerando las principales arterias de circulación vehicular. A continuación se detalla cada estación con el punto de muestreo escogido.

Cuadro 7.34 Puntos de muestreos de ruido seleccionados

Nº	ESTACIÓN	UBICACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
			ESTE	NORTE	
1	QUITUMBE	Av. Cóndor Ñan (puerta de acceso al terminal)	772061	9967449	2882
2	MORAN VALVERDE	Av. Moran Valverde y Rumichaca	772847	9968903	2767
3	SOLANDA	José María Alemán y Simón Guerra	774045	9970488	2857
4	EL CALZADO	Av. Cardenal de la Torre entre Reyes y Santa Cruz	774577	9971572	2841
5	RECREO	Rafael Arteta y Miguel Carrión	775842	9971880	2839
6	MAGDALENA	Av. Jacinto Collaguazo y Gatazo	775376	9973593	2835
7	SAN FRANCISCO	Sucre y Benalcázar	775936	9975958	2813
8	ALAMEDA	Av. 10 de Agosto y Gran Colombia	777814	9976081	2832
9	EL EJIDO I	Av. 6 de Diciembre y Tarqui	778490	9976683	2809
10	EL EJIDO II	Av. Patria y Av. Amazonas	778604	9976988	2815



Nº	ESTACIÓN	UBICACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
			ESTE	NORTE	
11	UNIVERSIDAD CENRAL	Av. América frente a la Puerta de ingreso a la Universidad	779697	9978381	2825
12	LA PRADERA	Av. Eloy Alfaro entre Las Casas e Inglaterra	779195	9978575	2769
13	LA CAROLINA	Av. República y Av. Amazonas	779474	9979601	2849
14	IÑAQUITO	Av. Naciones Unidas y Japón	780086	9980495	2806
15	JIPIJAPA	Río Cofanes entra Av. 10 de Agosto y Av. Amazonas	780100	9981686	2875
16	EL LABRADOR	Entre Av. Amazonas y Av. Galo Plaza	779695	9984049	2811
17	ESCOBRERA 1	Av. González Suarez y Coruña	780961	9978603	2937
18	ESCOBRERA 2	Francisco Compte y Camino de Orellana	781096	9978340	2584

Fuente: Elaboración propia, 2011

Una vez ubicados los puntos de muestreo se los designó como puntos centrales, es decir, puntos de referencia para ubicar las respetivas aéreas de influencia hasta 100 m alrededor.

Los horarios se seleccionaron de acuerdo a las horas pico descritas por la Secretaría de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito.

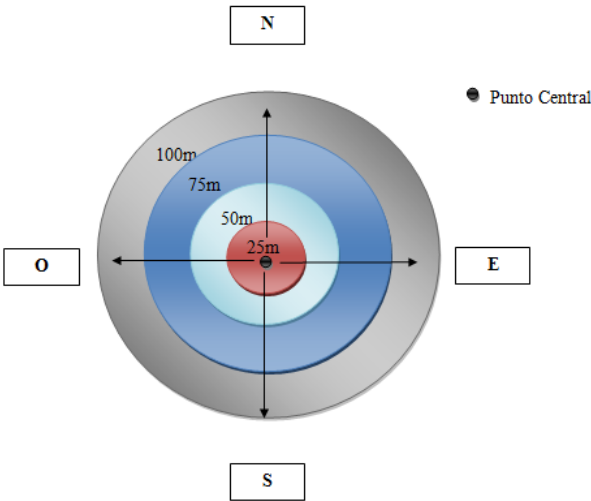
El muestreo se realizó durante 8 horas semi-continuas, 4 horas en el horario de 6 am a 8 pm (2 horas pico, 2 horas no pico) y 4 horas de 8 pm a 6 am (dos periodos de dos horas entre 8 pm y 6 am) de tal manera que al tabular los datos de las emisiones de ruido coincidieron con los horarios establecidos en el Libro 6, Anexo 5 del TULAS para niveles de ruido permisibles según uso de suelo.

Técnica de muestreo

Se realizó una inspección para determinar el punto central, tomando en cuenta que no existiera interferencia de obstáculos físicos en al menos 3 m alrededor.

Se ubicaron los cuatro puntos cardinales y los radios de 25, 50, 75 y 100 m de influencia desde el punto central (16 puntos en total), tal como se indica en la Figura 7.103.

Figura 7.104 Radios de influencia desde el punto central



Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología de muestreo establecida en la norma ISO 1996-2, 2011

La primera medición se realizó en el punto central y se continuó en cada punto 25 m N, 50 m N, 75 m N, 100 m N, 25 m E, 50 m E, 75 m E, 100 m E, 25 m S, 50 m S, 75 m S, 100 m S, y así sucesivamente durante dos horas en la respectiva área de estudio.

Los datos de las mediciones se obtuvieron de la siguiente manera:

- Al cumplirse 15 segundos de medición con orientación hacia el Sur se giró 90° hacia el Este y se anotó el valor medido por el sonómetro en el punto cardinal Sur.
- Al cumplirse 30 segundos de medición con orientación hacia el Este, se giró 90° hacia el Norte y se anotó el valor medido por el sonómetro en el punto cardinal Este.
- Al cumplirse 45 segundos de medición con orientación hacia el Norte, se giró 90° hacia el Oeste y se anotó el valor medido por el sonómetro en el punto cardinal Norte.
- Al cumplirse 60 segundos de medición con orientación hacia el Oeste se anotó el valor medido por el sonómetro en el punto cardinal Oeste (ver Anexo 3 Cuadro de Ruido).





Configuración de Sonómetro

Se configuró el sonómetro para la medición de ruido ambiental (velocidad de lectura lenta) “Slow” y filtro “A”

Condiciones para el muestreo

El sonómetro se colocó a una altura de 1,5 m sobre el nivel del suelo en todos los puntos para realizar las respectivas mediciones de ruido.

Datos

Los datos obtenidos después de cada uno de los muestreos fueron promediados y corregidos para obtener el valor correspondiente a la zona y compararla según el horario y el nivel de presión sonora establecida según el uso de suelo.

Cuadro 7.35 Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE dB(A)	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE dB(A)
	De 06h00 a 20h00	De 20h00 a 6h00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona residencial	50	40
Zona residencial mixta	55	45
Zona comercial	60	50
Zona comercial mixta	65	55
Zona industrial	70	65

Fuente: Libro VI anexo 5 del TULAS, 2011

Zonificación según uso de suelo

Para el análisis de los datos de emisiones de ruido ambiental en las distintas estaciones del proyecto se tomó en cuenta el Mapa de Uso de Suelo del Distrito Metropolitano de Quito, que proporciona información de la distribución de residencias, industrias, equipamiento, etc.

Sin embargo, el elevado crecimiento poblacional y la demanda comercial existente en la actualidad ha transformado las zonas residenciales en zonas residenciales mixtas prontas a convertirse en zonas netamente comerciales, debido a que la población del área urbana de Quito tiende a buscar lugares tranquilos y libres de

contaminación como lo son los valles y periferias de la ciudad (Cumbayá, Los Chillos, Pomasqui, entre otros) dejando lugares disponibles para usos comerciales.

Además, es una realidad que en Quito existe una mala distribución de uso de suelo, esto se evidencia con la ubicación del Aeropuerto Mariscal Sucre en un área residencial atravesando la ciudad. También existen centros educativos colindando con industrias, instituciones policiales como el GIR en zonas residenciales.

Por lo tanto, para la elaboración del presente análisis se ubicaron las infraestructuras existentes en los alrededores de los puntos de muestreo y se determinó que:

Cuadro 7.36 Zonificación del área en las estaciones de muestreo

ZONA	ESTACIÓN
RESIDENCIAL MIXTA	Solanda, Calzado, Magdalena, Labrador, Escombrera I, Escombrera II
COMERCIAL	Recreo, San Francisco, Alameda, El Ejido I y II, Carolina, Ñaquito, Jipijapa
HOSPITALARIA Y EDUCATIVA	Moran Valverde, Universidad Central, La Pradera

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en campo, 2011

Ruido de fondo

Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación, en este caso la fuente es el parque automotor existente en la ciudad de Quito.

El ruido de fondo fue medido en ausencia de la fuente, en el horario de 2 a 4 am, en cada una de las estaciones, estas mediciones sirvieron para la corrección de datos establecida en el TULAS, Libro VI Anexo 5.

Cuadro 7.37 Corrección por nivel de ruido de fondo

DIFERENCIA ARITMÉTICA ENTRE NPSeq DE LA FUENTE Y NPSeq DE FONDO (dBA)	CORRECCIÓN
10 o mayor	0
De 6 a 9	-1
De 4 a 5	-2
3	-3
Menor a 3	medición nula

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en campo, 2011



Para realizar las respectivas correcciones aplicables a los valores medidos según lo descrito en el artículo 4.1.2.8 del Anexo 5, libro IV del TULAS se utilizó un periodo de medición de 10 minutos en cada uno de los puntos centrales y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 7.38 Ruido de fondo de las estaciones de muestreoResultados

Nº	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	RUIDO DE FONDO (dBA)
1	QUITUMBE	36,2
2	MORAN VALVERDE	40,1
3	SOLANDA	36,5
4	CALZADO	36,8
5	RECREO	40
6	MAGDALENA	37,1
7	SAN FRANCISCO	39,8
8	ALAMEDA	41,3
9	EL EJIDO I (AV. 6 DE DICIEMBRE)	38
10	EL EJIDO II (AV. PATRIA)	39,8
11	UNIVERSIDAD CENTRAL	40,5
12	LA PRADERA	42,5
13	CAROLINA	40,6
14	IÑAQUITO	46
15	JIPIJAPA	44,3
16	LABRADOR	39,5
17	ESCOBRERA I (AV. GONZÁLEZ SUÁREZ)	39,5
18	ESCOBRERA II (GUÁPULO)	38,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en campo, 2011

Resultados

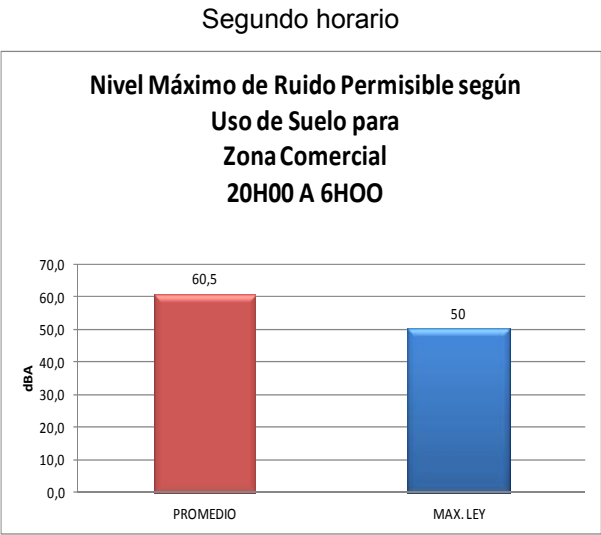
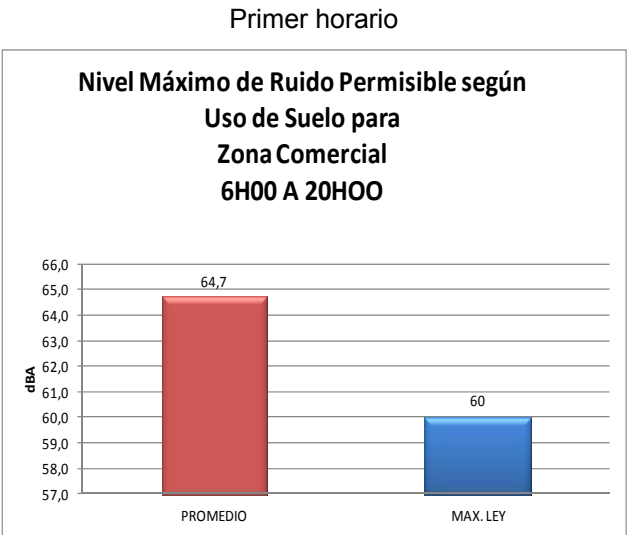
Una vez concluido el muestreo, se procedió con la tabulación de los datos obteniendo los siguientes resultados para cada estación:

ESTACIÓN QUITUMBE



Figura 7.105 Estación Quitumbe

Figura 7.106 Estación Quitumbe



Fuente: Elaboración propia, 2011

La estación Quitumbe está considerada como una zona comercial, su actividad nunca cesa debido a los constantes arribos de buses, taxis y vehículos particulares que frecuentan día y noche el terminal terrestre.

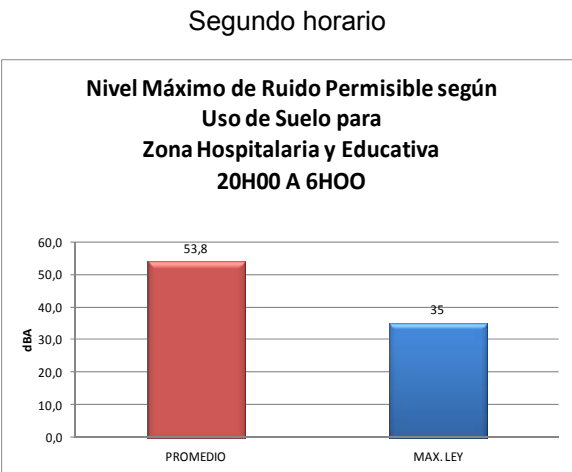
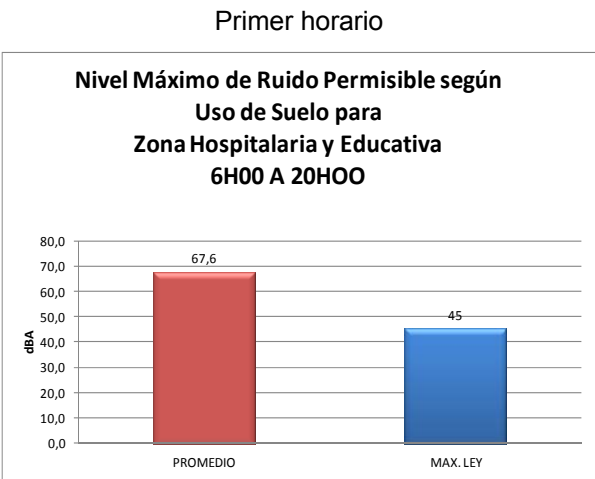
Por estas razones los datos obtenidos sobrepasan los límites permisibles para los dos horarios estipulados en el Libro XI, Anexo 5 del Tulas, el primero con 64,7 dBA y el segundo con 60,5 dBA. Además, se puede evidenciar que existe mayor actividad en el primer horario.

ESTACIÓN MORAN VALVERDE



Figura 7.107 Estación Moran Valverde

Figura 7.108 Estación Moran Valverde



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación Morán Valverde por las infraestructuras existentes sus alrededores se la considera como una zona hospitalaria y educativa, por lo tanto los límites permisibles son de 45 y 35 dBA para los horarios de 6H00 a 20H00 y de 20H00 a 6H00 respectivamente.

Los resultados obtenidos están muy por encima de lo establecido (67,6 dBA y 53,8 dBA), lo que se debe a la cantidad de buses escolares, taxis y excesivas líneas de transporte que transitan diariamente por la Av. Moran Valverde.

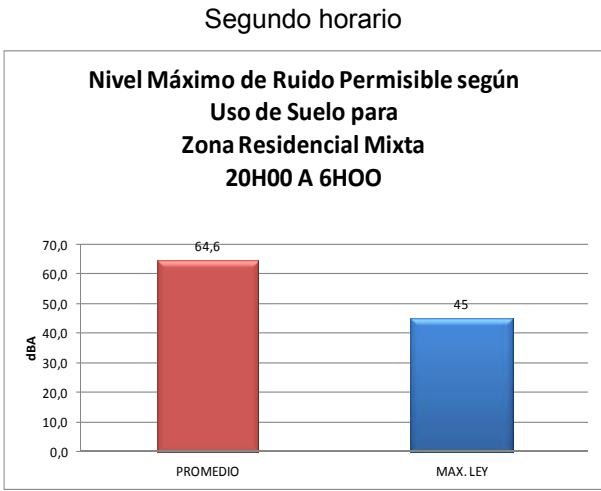
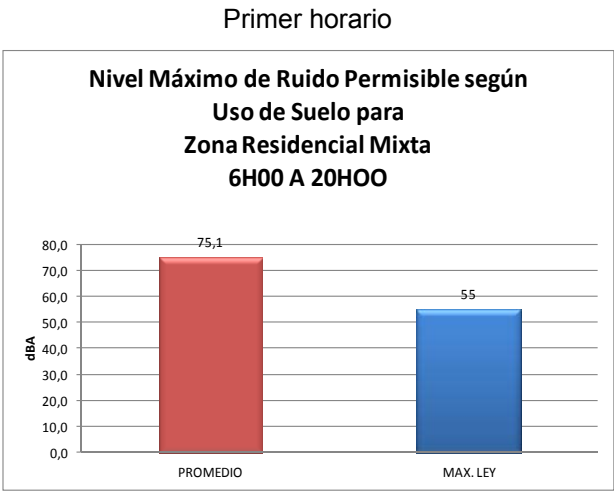
A pesar de que las actividades en el segundo horario disminuyen y por lo tanto las emisiones de ruido, no se ajustan a los niveles permitidos.

ESTACIÓN SOLANDA



Figura 7.109 : Estación Solanda

Figura 7.110 : Estación Solanda



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación Solanda se la considera una zona residencial mixta. Los promedios obtenidos en los muestreos de ruido indican que los niveles de presión sonora en la estación sobrepasan los límites establecidos en el Libro XI, Anexo 5 del TULAS. Estos resultados se justifican porque la afluencia vehicular es elevada, la calle José María Alemán es una arteria muy transitada en Solanda debido a los múltiples negocios.

En el horario de 20H00 a 6H00 se observa que las emisiones de ruido bajan (64,6 dBA) en comparación con las del primer horario (75,1 dBA), mas sin embargo esta reducción aun no alcanza lo establecido en la ley.

ESTACIÓN EL CALZADO

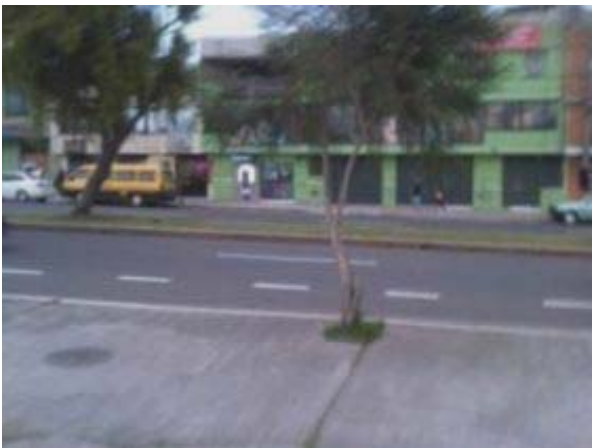
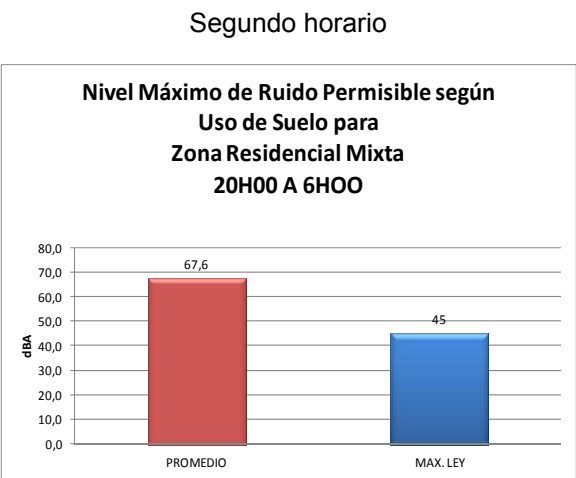
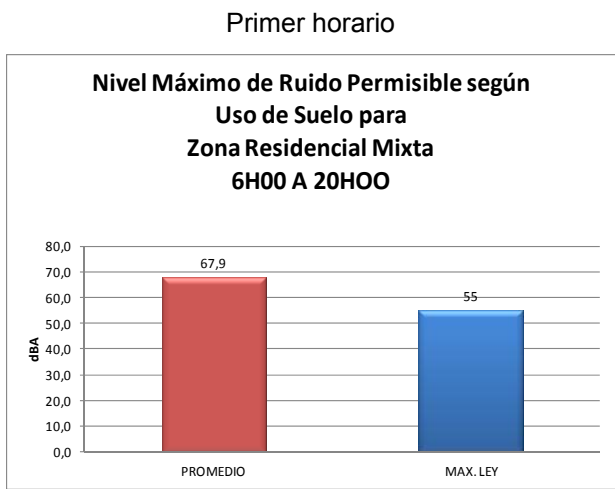


Figura 7.111 : Estación El Calzado

Figura 7.112 : Estación El Calzado



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación El Calzado es una zona netamente residencial, mas debido al crecimiento de población se ha convertido también en una zona comercial, por lo tanto el respectivo dato de comparación será 45 dBA para zona residencial mixta en el horario de 20H00 a 6H00 y de 55 en el horario de 6H00 a 20H00.

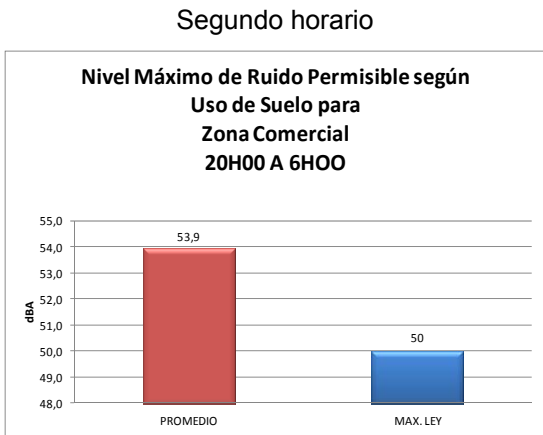
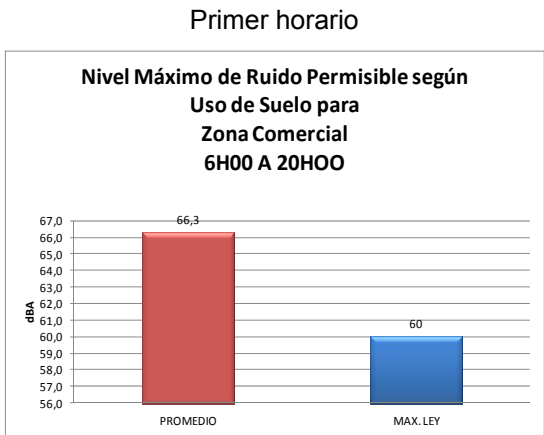
Los datos obtenidos en los alrededores de la estación El Calzado corresponden a 67,9 dBA y 67,6 dBA respectivamente, que sobrepasan los límites permisibles. Esto se debe a que la zona está en constante movimiento, el Trole presta servicios durante las 24 horas del día y los residentes del área comienzan sus actividades desde muy temprano en la mañana hasta altas horas de la noche.

ESTACIÓN EL RECREO



Figura 7.113 : Estación El Recreo

Figura 7.114 : Estación El Recreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación el Recreo por las infraestructuras existente en sus alrededores se la considera una zona comercial. El Centro Comercial el Recreo, la estación del Trolebus y su taller han hecho de esta zona un área contaminada por emisiones de ruido. Su principal arteria vehicular es la Av. Maldonado, por ella circulan diariamente cientos de vehículos livianos, pesados y motocicletas.

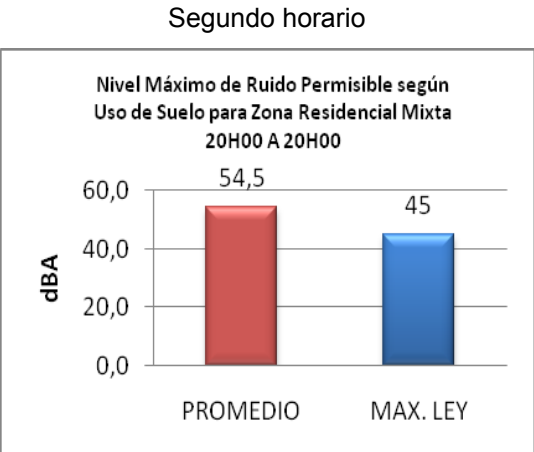
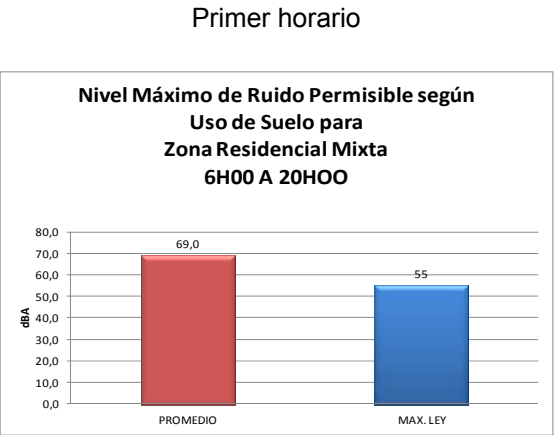
Los promedios de las mediciones sobrepasan los estándares establecidos en el Libro XI, Anexo 5 del TULAS con 66,3 dBA y 53,9 dBA para cada horario. Las emisiones de ruido detectadas en el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades, sin embargo se mantienen por encima de lo establecido en la norma.

ESTACIÓN LA MAGDALENA



Figura 7.115 : Estación La Magdalena

Figura 7.116 : Estación La Magdalena



Fuente: Elaboración propia, 2011

La estación La Magdalena es una zona netamente residencial; sin embargo, debido al crecimiento de población se ha convertido también en una zona comercial, por lo tanto el respectivo dato de comparación será 45 dBA para zona residencial mixta en el horario de 20H00 a 6H00 y de 55 en el horario de 6H00 a 20H00

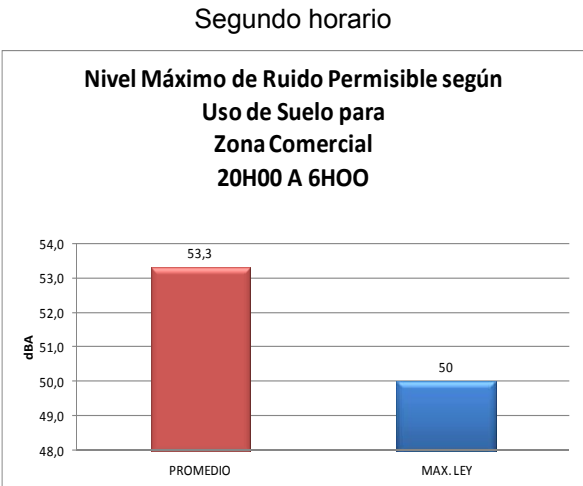
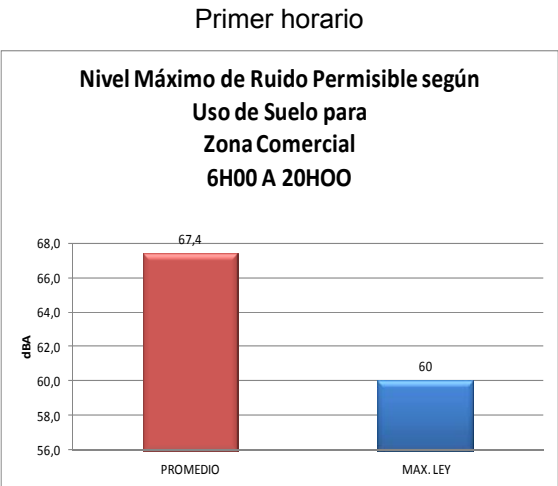
Los datos obtenidos corresponden a 69,0 dBA y 54,5 dBA respectivamente, que sobrepasan los límites permisibles. Esto se debe a que la zona está en constante movimiento, la arteria vial Av. Rodrigo de Chávez es la trayectoria preferida para llegar hasta la Av. Mariscal Sucre y tomar los túneles en dirección norte o dirigirse hacia centro de la ciudad, lo que ocurre también en dirección contraria.

ESTACIÓN SAN FRANCISCO



Figura 7.117 : Estación San Francisco

Figura 7.118 : Estación San Francisco



Fuente: Elaboración propia, 2011

La estación San Francisco por su ubicación en el Centro Histórico de Quito se considera una zona comercial.

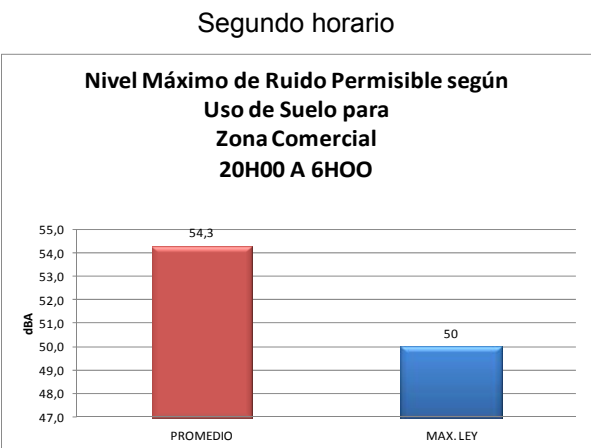
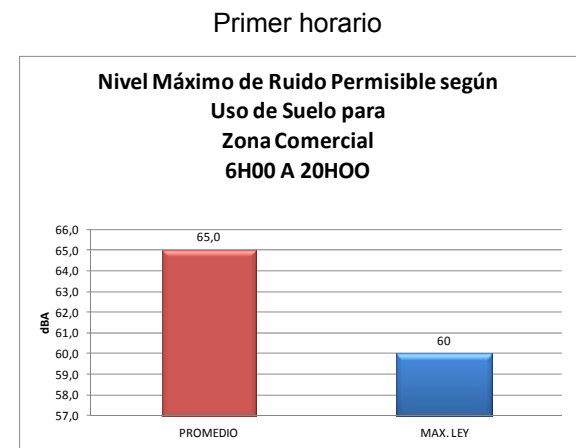
Los datos obtenidos corresponden a 67,4 dBA y 53,3 dBA respectivamente, que sobrepasan los límites permisibles. Esto se debe a que las arterias principales de la zona (Sucre y Benalcázar) albergan cientos de vehículos. San Francisco es un área destinada al turismo por su valor histórico y monumental, razón por la cual las emisiones de ruido son elevadas. Para el segundo horario son más bajas que en el primer horario debido a la disminución de las actividades en la zona.

ESTACIÓN ALAMEDA



Figura 7.119 : Estación Alameda

Figura 7.120 : Estación Alameda



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación Alameda por las infraestructuras existente en sus alrededores se considera una zona comercial.

La Avenida Gran Colombia y la Avenida 10 de Agosto son las principales arterias viales en esta zona, además el funcionamiento del Trolleybus y de la Ecovía han hecho de esta área un sitio con altos niveles de ruido.

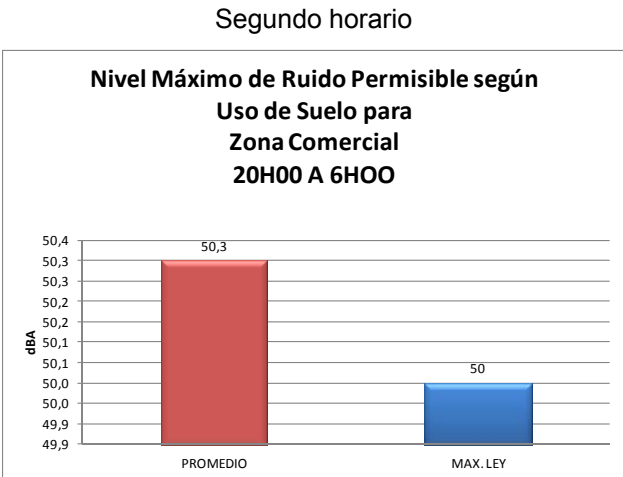
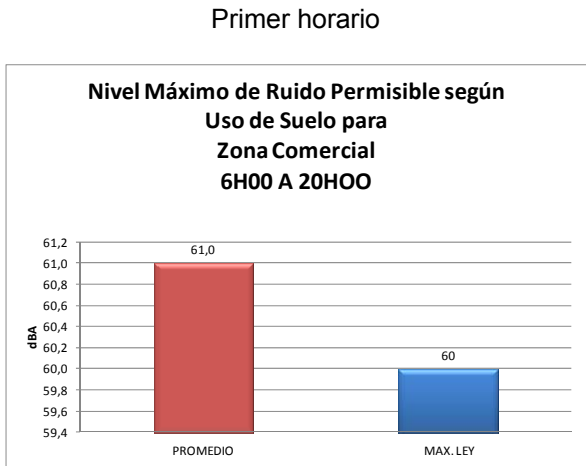
Los promedios de las mediciones sobrepasan los estándares establecidos en el Libro XI, anexo 5 del TULAS con 66,3 dBA y 53,9 dbA para cada horario. Las emisiones de ruido detectadas en el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades, sin embargo se mantienen sobre lo permitido.

ESTACIÓN EL EJIDO I (Av. 6 de Diciembre)



Figura 7.121 : Estación El Ejido I

Figura 7.122 : Estación El Ejido I



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación el Ejido I por las infraestructuras existentes en sus alrededores se considera una zona comercial.

La Av. 6 de Diciembre y la Av. Tarqui son las principales arterias de flujo vehicular en esta zona, en las gráficas se puede observar como los promedios de las mediciones casi se ajustan a los estándares establecidos en el Libro XI, Anexo 5 del TULAS con 61,0 dBA y 50,3 dbA para cada horario.

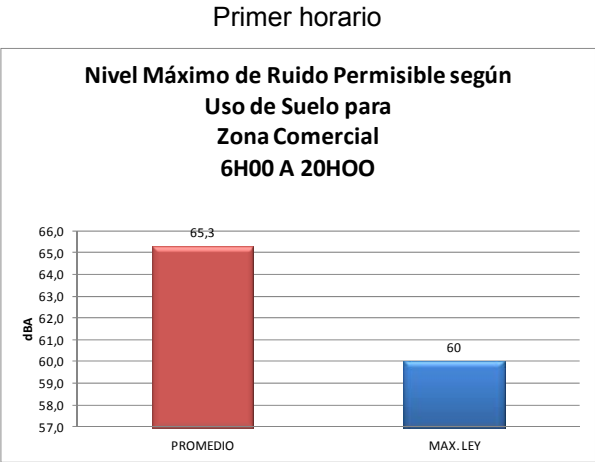
Las emisiones de ruido detectadas en el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades.

ESTACIÓN EL EJIDO II (Av. Patria)



Figura 7.123 : Estación El Ejido II

Figura 7.124 : Estación El Ejido II



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación El Ejido II por la infraestructura existente en sus alrededores se considera una zona comercial. La Av. Patria y la Av. Amazonas son las principales arterias de flujo vehicular en esta zona. La Av. Amazonas en uno de los principales ejes longitudinales que atraviesa la ciudad de Quito.

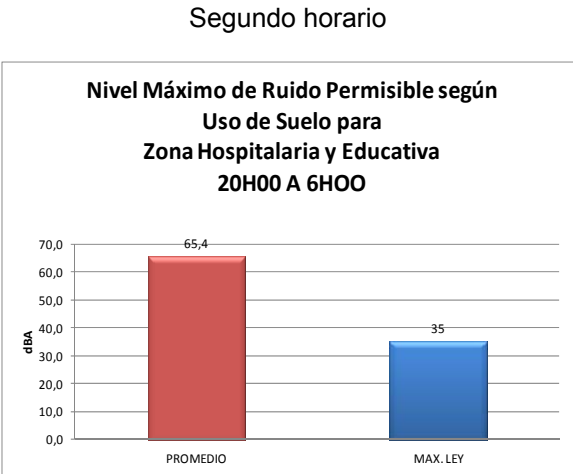
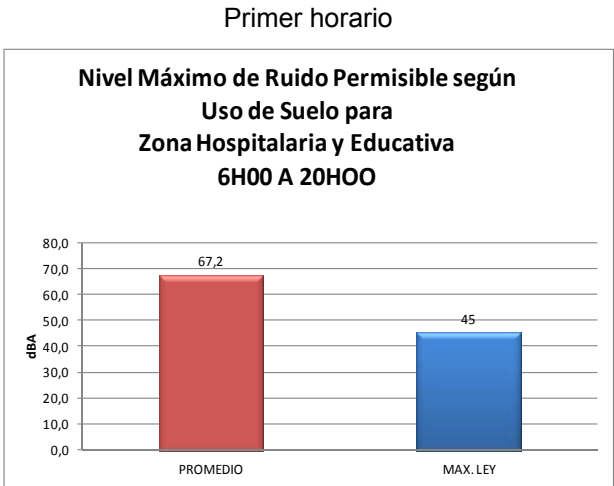
Los promedios de las mediciones sobrepasan los estándares establecidos en el Libro XI, anexo 5 del TULAS con 65,3 dBA y 55,1 dBA para cada horario. Las emisiones de ruido detectadas en el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades, sin embargo se mantienen sobre lo permitido, por el mayor flujo vehicular.

ESTACIÓN UNIVERSIDAD CENTRAL



Figura 7.125 : Estación Universidad Central

Figura 7.126 : Estación Universidad Central



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Estación Universidad Central por las infraestructuras existentes en los alrededores de la misma se considera una zona hospitalaria y educativa, por lo tanto los límites permisibles son de 45 y 35 dBA para los horarios de 6H00 a 20H00 y de 20H00 a 6H00 respectivamente.

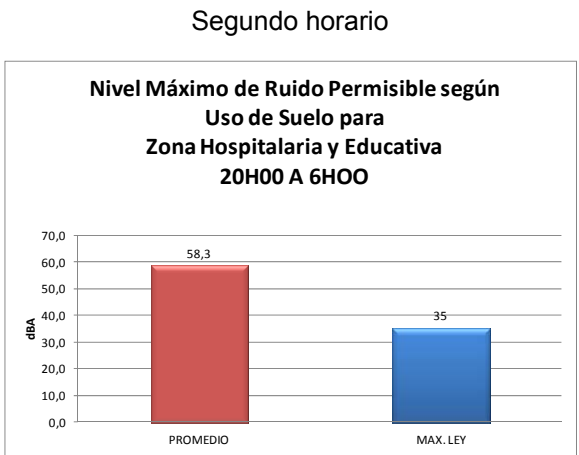
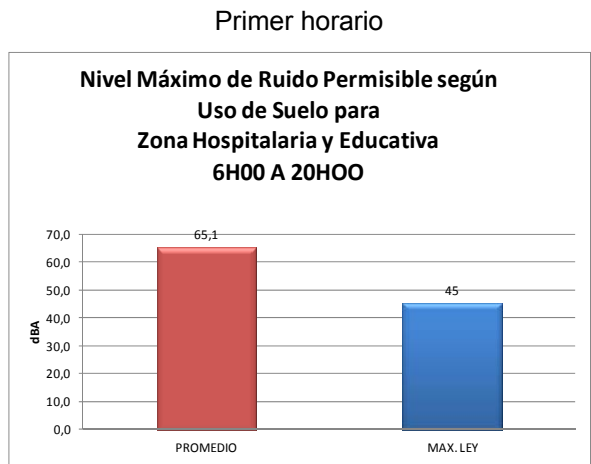
Los resultados están muy por encima de lo establecido: 67,2 dBA y 65,4 dBA, debido a la gran cantidad de buses y taxis, además de la línea del Metro Bus que transita diariamente por la Av. América y sus afluentes. A pesar de que las actividades bajan en el segundo horario, y por lo tanto las emisiones de ruido disminuyen, no se ajustan a los niveles permitidos.

ESTACIÓN LA PRADERA



Figura 7.127 : Estación La Pradera

Figura 7.128 : Estación La Pradera



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Pradera, por las infraestructuras existentes en sus alrededores se considera una zona hospitalaria y educativa, por lo tanto los límites permisibles son de 45 y 35 dBA para los horarios de 6H00 a 20H00 y de 20H00 a 6H00 respectivamente.

Los resultados obtenidos indican que está muy por encima de lo establecido, 65,1 dBA y 58,3 dBA, debido a la cantidad de taxis, buses, transportes escolares y en especial vehículos particulares que transitan diariamente por la Av. Eloy Alfaro y sus afluentes.

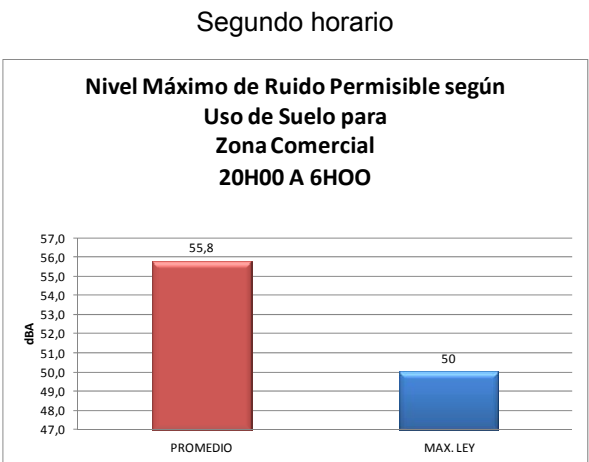
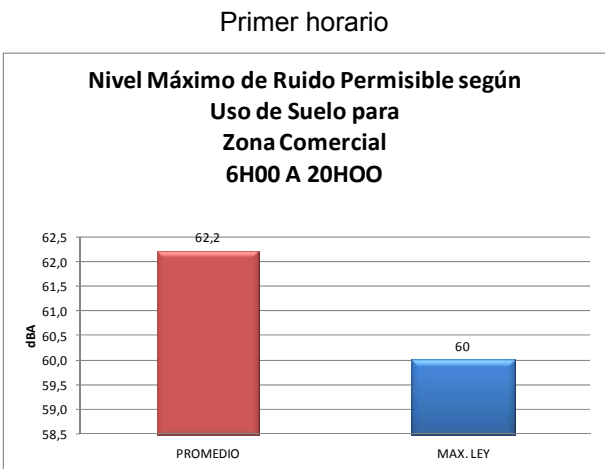
A pesar de que las actividades bajan y por lo tanto las emisiones de ruido disminuyen no se ajustan a los niveles permitidos.

ESTACIÓN LA CAROLINA



Figura 7.129 : Estación La Carolina

Figura 7.130 : Estación La Carolina



Fuente: Elaboración propia, 2011

La Carolina por la infraestructura existente en sus alrededores se considera una zona comercial. La Av. República y la Av. Amazonas son las principales arterias de flujo vehicular en esta zona. La Av. Amazonas es uno de los principales ejes longitudinales que atraviesa la ciudad de Quito.

Los promedios de las mediciones sobrepasan los estándares establecidos en el Libro XI, Anexo 5 del TULAS con 62,2 dBA y 55,8 dBA para cada horario.

Las emisiones de ruido detectadas en el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades, sin embargo se mantienen sobre lo permitido.

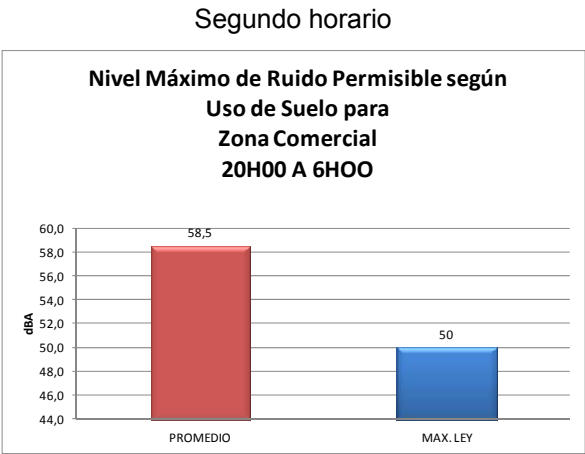


ESTACIÓN IÑAQUITO



Figura 7.131 : Estación Iñaquito

Figura 7.132 : Estación Iñaquito



Fuente: Elaboración propia, 2011

Iñaquito por las infraestructuras existentes en sus alrededores se considera una zona comercial. Las avenidas Naciones Unidas y Amazonas y la calle Japón son las principales arterias de flujo vehicular en esta zona. La Av. Amazonas es uno de los principales ejes longitudinales que atraviesa la ciudad de Quito.

Los promedios de las mediciones sobrepasan los estándares establecidos en el Libro XI, Anexo 5 del TULAS con 62,2 dBA y 55,8 dBA para cada horario.

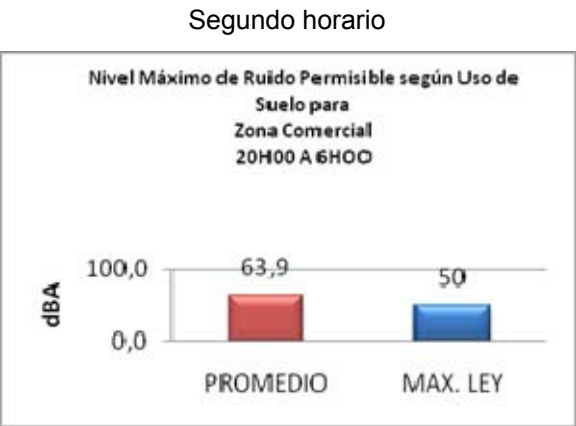
Las emisiones de ruido detectadas en el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades, sin embargo se mantienen sobre lo permitido.

ESTACIÓN JIPIJAPA



Figura 7.133 : Estación Jipijapa

Figura 7.134 : Estación Jipijapa



Fuente: Elaboración propia, 2011

Jipijapa por la infraestructura existente en sus alrededores se considera una zona comercial. La Av. Amazonas es uno de los principales ejes longitudinales que atraviesa la ciudad de Quito, por lo tanto el flujo vehicular es muy elevado, la circulación de buses, taxis, vehículos particulares y transportes escolares que circulan por esta y por las vías afluentes ocasionan altas emisiones de ruido.

Los promedios de las mediciones sobrepasan los estándares establecidos en el Libro XI, Anexo 5 del TULAS con 69,4 dBA y 63,9 dBA para cada horario. Las emisiones de ruido detectadas en el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades, sin embargo se mantienen sobre lo permitido.

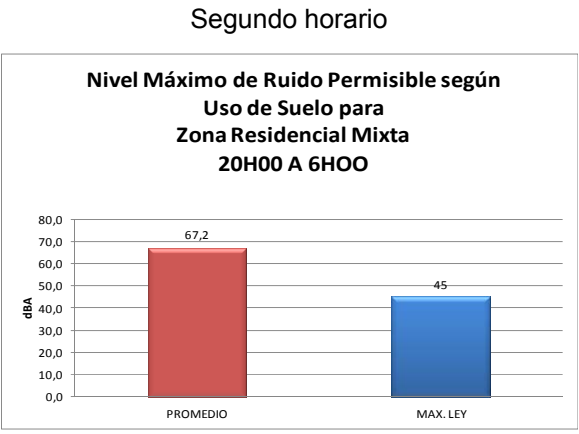
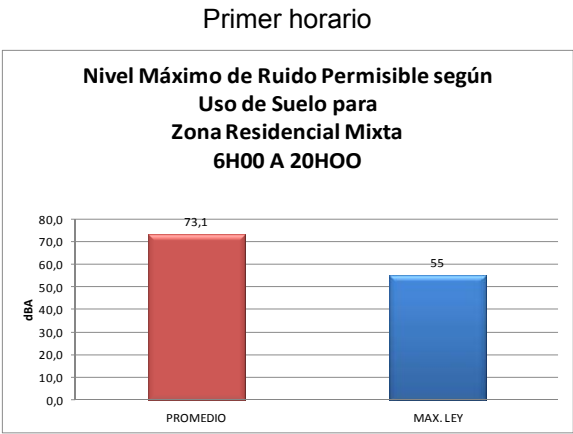
ESTACIÓN EL LABRADOR



Figura 7.135 : Estación Labrador



Figura 7.136 : Estación Labrador



Fuente: Elaboración propia, 2011

Labrador es una zona netamente residencial, pero debido al crecimiento de población se ha convertido también en una zona comercial, por lo tanto el dato de comparación será 45 dBA para zona residencial mixta en el horario de 20H00 a 6H00 y de 55 en el horario de 6H00 a 20H00.

Los datos obtenidos en los alrededores reflejan 73,1 dBA y 67,2 dBA respectivamente, que sobrepasan los límites permisibles. Esto se debe a que la zona está en constante movimiento por la presencia del Aeropuerto Mariscal Sucre, con vuelos nacionales e internacionales que arriban y despegan de la ciudad (un avión emite alrededor de 130 decibeles). Las emisiones de ruido para el segundo horario son más bajas debido a la disminución de las actividades normales pero se mantienen sobre lo permitido.

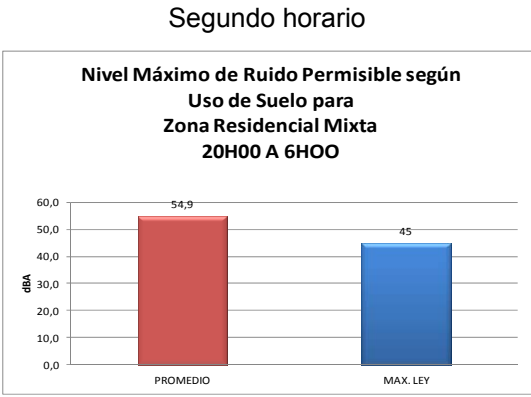
ESCOBRERA I (GONZÁLEZ SUÁREZ)



Figura 7.137 : Escombrera I



Figura 7.138 : Escombrera I



Fuente: Elaboración propia, 2011

La escombrera según el uso de suelo del mapa del Distrito Metropolitano de Quito es una zona netamente residencial, pero debido al crecimiento de población se ha convertido también en zona comercial, por lo tanto los datos de comparación serán de 45 dBA para zona residencial mixta en el horario de 20H00 a 6H00 y de 55 en el horario de 6H00 a 20H00.

Los datos obtenidos en los alrededores de 60,0 dBA y 54,9 dBA respectivamente sobrepasan los límites permisibles. Esto se debe a que la zona está en constante movimiento. La Av. González Suárez lleva a la Av. Eloy Alfaro o a la Av. 6 de Diciembre para desembocar en la Av. 12 de Octubre o Av. Orellana, todas ellas de alta movilidad. Las emisiones de ruido para el segundo horario son más bajas pero se mantienen sobre lo permitido.

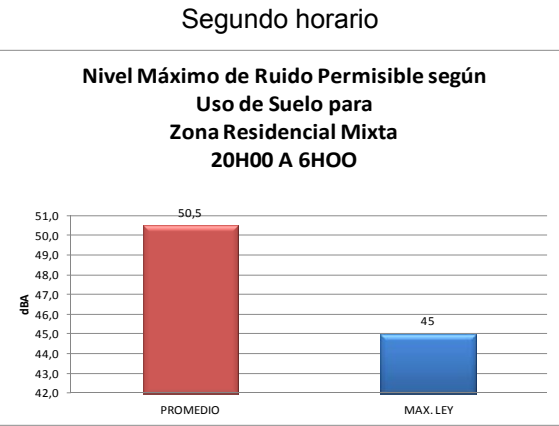
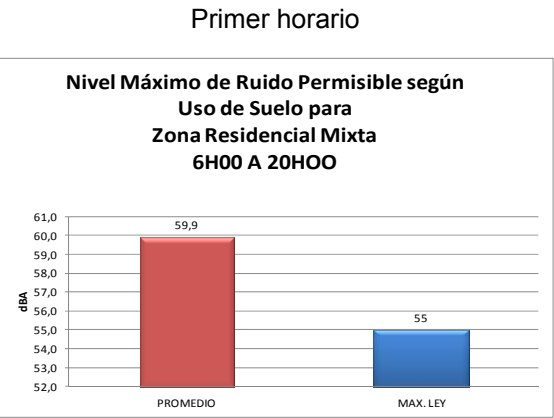
ESCOMBRERA II (GUÁPULO)



Figura 7.139 : Escombrera II



Figura 7.140 : Escombrera II



Fuente: Elaboración propia, 2011

Esta zona, por la infraestructura existente se considera una zona residencial mixta, por lo tanto el respectivo dato de comparación será 45 dBA para zona residencial mixta en el horario de 20H00 a 6H00 y de 55 en el horario de 6H00 a 20H00.

Los datos obtenidos en los alrededores corresponden a 59,9 dBA y 50,5 dBA respectivamente, que sobrepasan los límites permisibles. Esto se debe a que la zona está en constante movimiento, las avenidas Francisco Compte y Camino de Orellana son las vías preferidas para llegar hasta la Av. González Suárez a la altura del Hotel Quito. Además desde la Nueva Oriental y tomando la Av. De los Conquistadores es el único camino que permite que el flujo vehicular llegue a la Av. González Suarez. Las emisiones de ruido para el segundo horario son más bajas que en el primer horario, debido a la disminución de las actividades, pero aun se mantienen sobre lo permitido.

Conclusiones

El sistema Pico y Placa ha contribuido a disminuir los niveles de presión sonora emitidos al ambiente en horas pico. Esto se evidencia en monitoreos de años pasados donde se podían encontrar mediciones de 80 y 88,5 dBA y actualmente los máximos encontrados están cercanos a los 65 dBA.

Los Centros de Revisión y Control Vehicular realizan una buena labor al controlar las emisiones de ruido según lo dispuesto en la Ordenanza Municipal 213, razón por la cual también han disminuido las emisiones de ruido ambiente.

Las emisiones de ruido en el horario de 6H00 a 20H00 son más elevadas que las emisiones en el horario de 20H00 a 6H00 en todas las estaciones de muestreo debido a que Quito en su mayoría es una ciudad de actividades diurnas y vespertinas.

Las estaciones previstas para el Metro Quito se ubicarán en las principales calles y avenidas del Distrito Metropolitano de Quito, donde las emisiones de ruido ya se encuentran sobrepasando la normativa ambiental vigente.

Los monitoreos realizados por parte del MDMQ en las estaciones norte, centro y sur arrojan datos similares a los encontrados en las mediciones efectuadas en diciembre 2011 con ocasión de este estudio.

7.1.11. Vibraciones

Introducción

La Unidad de Negocios Metro de Quito (UNMQ), contrató una serie de estudios geofísicos de caracterización de la ruta para el Matro de Quito. Entre ellos se incluyen monitoreos de vibraciones y medidas de sísmica de refracción por micro tremores (sísmica pasiva). Este subcapítulo incluye un resumen de los monitoreos preliminares realizados por la empresa TRX Consulting.

La finalidad de los monitoreos de vibraciones fue, de un lado estudiar la respuesta dinámica a lo largo de la ruta y por el otro medir los niveles base de vibración presentes en el área antes del inicio de la construcción de la obra. En este último caso, se analizaron los valores bases de los efectos de las vibraciones a estructuras y a personas según normas internacionales.

Las medidas sísmicas de refracción por micro tremores - ReMi fueron programadas para complementar las medidas de sísmica en perforación tipo downhole, en la caracterización sismo-estratigráfica de toda la ruta, la definición del comportamiento de las ondas de corte (y parámetros geotécnicos asociados) y la identificación de eventuales zonas de riesgo para la construcción asociadas a material blando.

Descripción general de estudio

Los objetivos del estudio de vibraciones son:

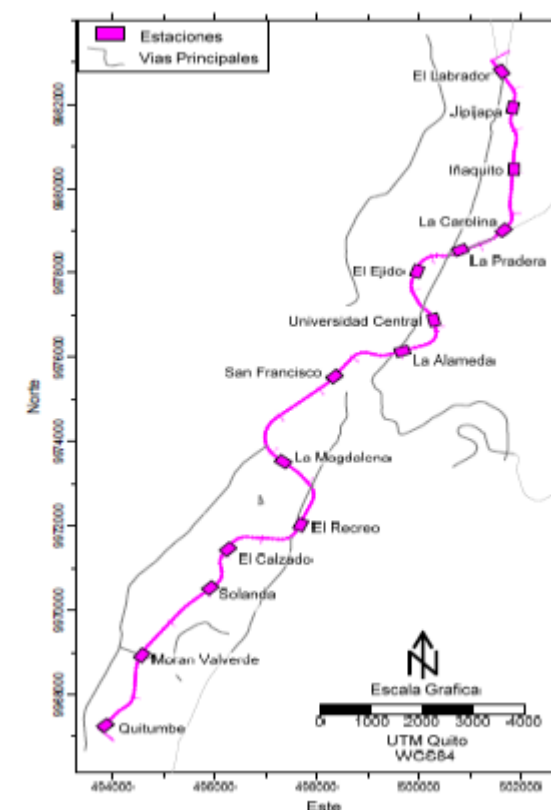
- Caracterización de sitios como soporte al estudio geotécnico (profundidad substrato y secuencia estratigráfica).
- Clasificación de suelos (IBC-NERPH, Norma Ecuatoriana).
- Identificación de riesgos geológicos.
- Caracterización dinámica de la ruta y contribución a los estudios de micro zonación (perfil de ondas de corte, determinación del periodo fundamental, entre otros).
- Monitoreo de vibraciones y definición de línea base, afectación a estructuras y personas según la norma DIN 4150/2 y 4150/3.

Los métodos aplicados fueron:

- Sísmica por micro tremores - ReMi (sísmica pasiva).
- Método de vibraciones-ruido natural.

Se adquirieron 217 medidas de vibraciones naturales a lo largo de la ruta. La ubicación de los puntos de medición de vibraciones naturales se presenta en la Figura 7.131.

Figura 7.141 Ubicación de los puntos de adquisición a lo largo de la ruta del Metro



Fuente: TRX Consulting, 2011

Las normas y procedimientos de referencia fueron:

- **ASTM D6429** Guide for Selecting Surface Geophysical Methods.
- **ASTM D420** Guide to site characterization for Engineering, Design, and construction purposes.
- **NEHRP** Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and other Structures Part 1: Provisions (FEMA 368) 2000 Edition of Building Seismic Safety Council (BSSC).
- **ICC-IBC 2000** Seismic Design Category Provisions.
- **ISSMFE, 1993 (rev. 1999)** Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards. Prepared by the Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering, **TC4**, of the International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering. Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

La fecha de adquisición de los datos fue:

- Sísmica por micro tremores: desde el 20 de octubre hasta el 17 de noviembre de 2011.
- Vibraciones naturales: del 20 de octubre al 4 de noviembre de 2011.



La instrumentación utilizada se resume a continuación:

Ondas superficiales

1 Sismógrafo: Seismic Source 24 canales.

5 sismografos Sigma iseis (wireless) 3 canales cada uno.

Geófonos: Geo-Space 4.5 Hz.

Vibraciones naturales

Sismógrafo: SYSCOM MR 2002- CE

Geófonos: SYSCOM MS-2003 (triaxial activo compensado electrónicamente)

Los parámetros de adquisición fueron:

Sismógrafo Seismic Source (ReMi)

Número de canales Activos: 24.

Separación geófonos: 4m y 8m.

Tiempo de Grabación y número de registros: 30 seg. por 16 grabaciones.

Fuente: Micro Tremores naturales y percusiones para aumentar la alta frecuencia en la señal.

Sismógrafo Sigma Iseis (ReMi)

Número de canales Activos: entre 12 y 15.

Separación geófonos: entre 10 y 30m.

Tiempo de Grabación y número de registros: 60 seg. por 30 grabaciones.

Fuente: Micro Tremores naturales.

Vibraciones Naturales

Configuración del Sensor: GAIN (sensitivity 19.5 V/cm/s).

Unidad de medida: um / s.

Filtro Pasabajos 50Hz.

Análisis sísmico de refracción por micro tremores

El método de sismica de refracción por micro tremores - ReMi o de análisis de ondas superficiales, utiliza ruido natural o ruido generado por la actividad humana para caracterizar la distribución de las ondas de corte en el subsuelo. La aplicación de esta tecnología, también en ambiente urbano e industrial, permite el cálculo de la velocidad de propagación de la energía de las ondas superficiales (principalmente tipo Rayleigh), a partir de la cual es posible estimar el perfil de velocidades de ondas de corte, espesor de la secuencias estratigráficas, su consolidación y determinar profundidad del substrato geotécnico/roca. Desde los valores de ondas de corte se pueden evaluar parámetros relevantes como la Vs30, la clasificación de suelos y sitios, estimar el factor de amplificación y potencial de licuefacción y definir parámetros geotécnicos como la carga máxima admisible y los módulos elásticos.

Ejecución, ubicación medidas y adquisición de datos

Se ejecutaron 171 tendidos en la ruta desde el abscisado 0+000 hasta el 9+300 y desde el 11+500 hasta el 22+000, con separación de geófonos de 4m y 8m según se muestra en el Cuadro 7.39

Cuadro 7.39 Ubicación líneas sísmicas, referencia UTM WGS 84

Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
Quitumbe	20/10/2011	T1	4m	772179	9967352
		T2	4m	772241	9967421
Pumapungo		T1	4m	772634	9967798
		T2	4m	772661	9967888
El Recreo		T1	4m	775602	9971418
La Colmena		T1	4m	775538	9974598
Rodrigo de Chávez		T1	4m	775754	9973393
		T1	8m	772731	9968367
		T2	8m	772726	9968519
		T3	8m	772730	9968658
Rumichaca	21/10/2011	T4	8m	772771	9968789
		T5	8m	772805	9968985
		T6	8m	772960	9969143
		T7	8m	773409	9969258
Rumichaca		T1	8m	773246	9969499
Rumichaca	22/10/2011	T2	8m	774537	9971448
Pasaje S12D		T4	8m	775026	9971721



Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
Pasaje S12D		T1	8m	775119	9971717
Parque La Carolina	23/10/2011	T2	8m	779902	9978973
Parque La Carolina		T3	8m	779980	9979080
		T1	4m	780009	9979105
		T2	4m	780025	9979114
		T3	4m	780115	9979317
La Carolina	28/10/2011	T4	4m	780118	9979379
		T5	4m	780111	9979486
		T6	4m	780098	9979563
		T7	4m	780075	9979645
		T1	8m	779845	9982743
		T2	8m	779776	9982864
Aeropuerto	29/10/2011	T3	8m	779715	9982993
		T4	8m	779665	9983168
		T5	8m	779642	9983264
		T1	4m	780009	9979105
		T2	4m	780025	9979114
		T3	4m	780064	9979919
		T4	4m	780070	9980005
		T5	4m	780090	9980076
La Carolina	31/10/2011	T6	4m	780058	9980173
		T7	4m	780064	9980257
		T8	4m	780075	998034
		T9	4m	780075	9980417
		T10	4m	780089	9980553
		T1	4m	772290	9967478
Pumapungo	01/11/2011	T2	4m	772355	9967564
		T3	4m	772438	9967644
La Alameda		T1	4m	778025	9976184
		T1	4m	780141	9980880
Calle Japón		T2	4m	780157	9980947
		T3	4m	780117	9981066
		T4	4m	780210	9981152
Isla San Cristobal	02/11/2011	T5	4m	780179	9981307
Isla Isabel		T6	4m		
		T7	4m	780030	9981470
Av. Amazonas		T8	4m	780065	9981538
		T9	4m	780077	9981716
		T10	4m	780090	9981876

Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
		T1	4m	780133	9982051
		T2	4m	780152	9821247
		T3	4m	780161	9982230
Av. Amazonas		T4	4m	780141	9982300
	03/11/2011	T5	4m	780046	9982465
		T6	4m	780017	9982531
		T7	4m	779731	9978792
Av. Eloy Alfaro		T8	4m	779612	9978743
Av. Amazonas		T1	4m	779989	9982621
		T2	4m	779482	9978681
		T3	4m	779411	9978649
Av. Eloy Alfaro	04/11/2011	T4	4m	779474	9978692
		T5	3m	779257	9978612
		T6	4m	775879	9971955
		T7	4m	779144	9978491
		T1	4m	772141	9967218
Quitumbe		T2	4m	772063	9967162
		T3	4m	773318	9969585
Rumichaca	05/11/2011	T4	4m	773369	9969697
		T5	4m	773460	9969785
El Recreo		T6	4m	775835	9971890
		T7	4m	775877	9971957
Av. Alemania		T1	4m	773491	9969987
Av. Miguel Barabara		T2	4m	773618	9969943
Av. Miguel Barabara		T3	4m	773674	9969996
Av.Miguel Barabara_cruce -s23		T4	4m	773683	9970064
Av. Jacinto Escobar		T5	4m	773779	9970097
Av. Jacinto Escobar		T6	4m	773816	9970161
Av. Jacinto Escobar	07/11/2011	T7	4m	773863	9970194
Parque Ecologico		T8	4m	773925	9970228
Benancio Estandoque		T9	4m	774000	9970287
Benancio Estandoque		T10	4m	774051	9970337
B. Estandoque-J. Maria Ante		T11	4m	774109	9970361
Cancha Cenemil		T12	4m	774127	9970463
Cancha Cenimil		T1	4m	774168	9970517
Cancha Cenimil		T2	4m	774226	9970570
Cancha Cenimil		T3	4m	774251	9970613



Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
Colegio De Pichincha	08/11/2011	T4	4m	774346	9970694
Cancha Colegio		T5	4m	774417	9970759
Cancha Colegio		T6	4m	774439	9970827
Quebrada Machángara Calle Andrés Hurtado Pasaje S12D Pasaje S12D		T7	4m	774425	9970992
		T8	4m	774431	9971066
		T9	4m	774793	9971742
		T10	4m	774840	9971736

Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
El Calzado		T1	4m	774719	9971726
Teodoro Gómez de la Torre		T2	4m	775702	9971751
Teodoro Gómez de la Torre		T3	4m	775741	9971774
Rafael Arteta		T4	4m	776026	9972206
Rafael Arteta	09/11/2011	T5	4m	776072	9972303
Rafael Arteta		T6	4m	776109	9972369
Rafael Arteta		T7	4m	776119	9972437
Rafael Arteta		T8	4m	776167	9972502
Casitagua		T9	4m	776176	9972598
Casitagua		T10	4m	776191	9972670
Gualberto Pérez		T11	4m	776199	9972845
Rodrigo de Chavéz		T12	4m	776120	9973035
Parque Arbolito		T1	4m	778631	9976578
Parque Arbolito		T2	4m	778612	9976647
Parque Arbolito		T3	4m	778603	9976693
Parque Ejido		T4	4m	778567	9976802
Parque El Ejido		T5	4m	778537	9976867
Parque El Ejido		T6	4m	778511	9976934
Parque El Ejido	10/11/2011	T7	4m	778489	9977011
Av. Patria		T8	4m	778478	9977105
Av. Patria		T9	4m	778386	9977147
Av. Pérez Guerrero		T10	4m	778296	9977304
Av. Pérez Guerrero		T11	4m	778218	9977416
Av. Pérez Guerrero		T12	4m	778179	9977525

Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
Av. Pérez Guerrero		T13	4m	778152	9977587
		T1	4m	776024	9973128
		T2	4m	775985	9973191
		T3	4m	775910	9973264
Rodrigo de Chavéz	11/11/2011	T4	4m	775871	9973328
		T5	4m	775834	9973385
		T6	4m	775783	9973425
		T7	4m	775715	9973518
		T1	4m	778140	9977690
		T2	4m	778113	9977768
		T3	4m	778145	9977831
Av. América	12/11/2011	T4	4m	778177	9977890
		T5	4m	778194	9977966
		T6	4m	778218	9978050
		T7	4m	778289	9978172

Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
Av. América		T1	4m	778352	9978338
Calle Mosquera		T2	4m	778419	9978345
Calle Antonio de Ulloa		T3	4m	778465	9978374
Calle Vicente Aguirre	14/11/2011	T4	4m	778549	9978401
Calle Vicente Aguirre		T5	4m	778625	9978368
Calle Daniel Hurtado		T6	4m	778762	9978448
Gran Colombia		T7	4m	777847	9976081
Gran Colombia		T8	4m	778124	9976213
Gran Colombia		T9	4m	778170	9976219
Av. Gran Colombia		T1	4m	778273	9976258
Av. Gran Colombia		T2	4m	778448	9976312
Av. Gran Colombia	15/11/2011	T3	4m	778522	9976376
Av. Gran Colombia		T4	4m	778558	9976463
Av. Rodrigo de Chavéz		T5	8m	775594	9973591
Av. Rodrigo de Chavéz		T6	8m	775458	9973680
Av. Rodrigo de Chavéz		T7	8m	775368	9973783
Av. Oriente		T1	4m	777183	9976116
		T2	4m	777118	9976108
		T3	4m	777083	9976054



Abscisado 0+000 - 9+300 y Abscisado 11+500 - 22+000					
Ubicación	Fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
		T4	4m	777044	9976021
		T5	4m	776996	9975925
Av. Benalcazar	16/11/2011	T6	4m	776910	9975881
		T7	4m	776857	9975803
		T8	4m	776825	9975743
		T9	4m	776767	9975697
		T10	4m	776722	9975642
		T11	4m	776673	9975593
Calle Galápagos		T1	4m	777321	9976116
Calle Galápagos		T2	4m	777403	9976056
Calle Vargas	17/11/2011	T3	4m	777483	9976064
Calle Caldas		T4	4m	7776387	9976003
Calle Briceño		T5	4m	777696	9976084

Fuente: TRX Consulting, 2011



Zonas con problemas logísticos

Dadas las dificultades en zonas de alto flujo vehicular, para llevar a cabo el arreglo sísmico en horas del día, se contó con la colaboración de la Policía Nacional para cortar el paso de vehículos en horas de la noche comprendidas entre las 22:00 a 2:30 am, garantizando la seguridad del personal técnico y de la instrumentación. En el Cuadro 7.40 se muestra la posición de los tendidos realizados, para un total de 15 tendidos de 4m de separación entre geófonos.

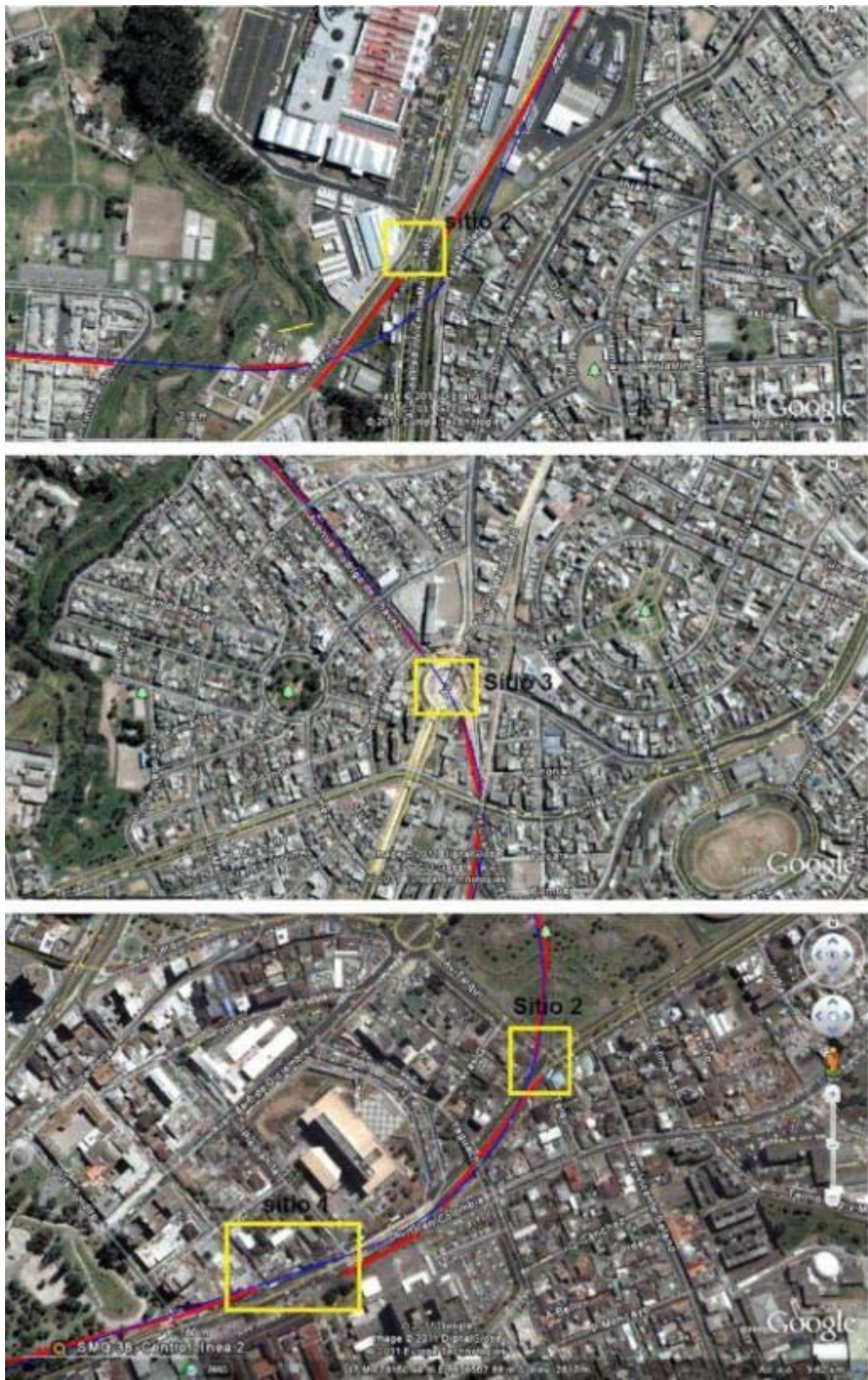
Cuadro 7.40 Ubicación líneas sísmicas con problema logísticos, referencia UTM WGS 84

Ubicación	fecha	Tendido	Separación	X. UTM	Y. UTM
Rumichaca		T1	4m	772687	9967938
Rafael Arteta	24/10/2011	T2	4m	775788	9971834
Villa Flora		T3	4m	776157	9972949
Maternidad		T1	4m	778360	9976494
Av. 12 de Octubre		T2	4m	778617	9976508
Av. 6 de Diciembre	25/10/2011	T3	4m	778589	9976731
Av. Patria		T4	4m	778469	9977067
Av. 10 de Agosto		T5	4m	778349	9977181
Av. América	26/10/2011	T1	4m	778255	9978116
Eloy Alfaro		T2	4m	778884	9978415
Eloy Alfaro, gasolinera Petroecuador		T1	4m	779567	9978717
Eloy Alfaro hacia La Carolina	27/10/2011	T2	4m	779820	9978870
Av. Naciones Unidas y Japón		T3	4m	780076	9980506

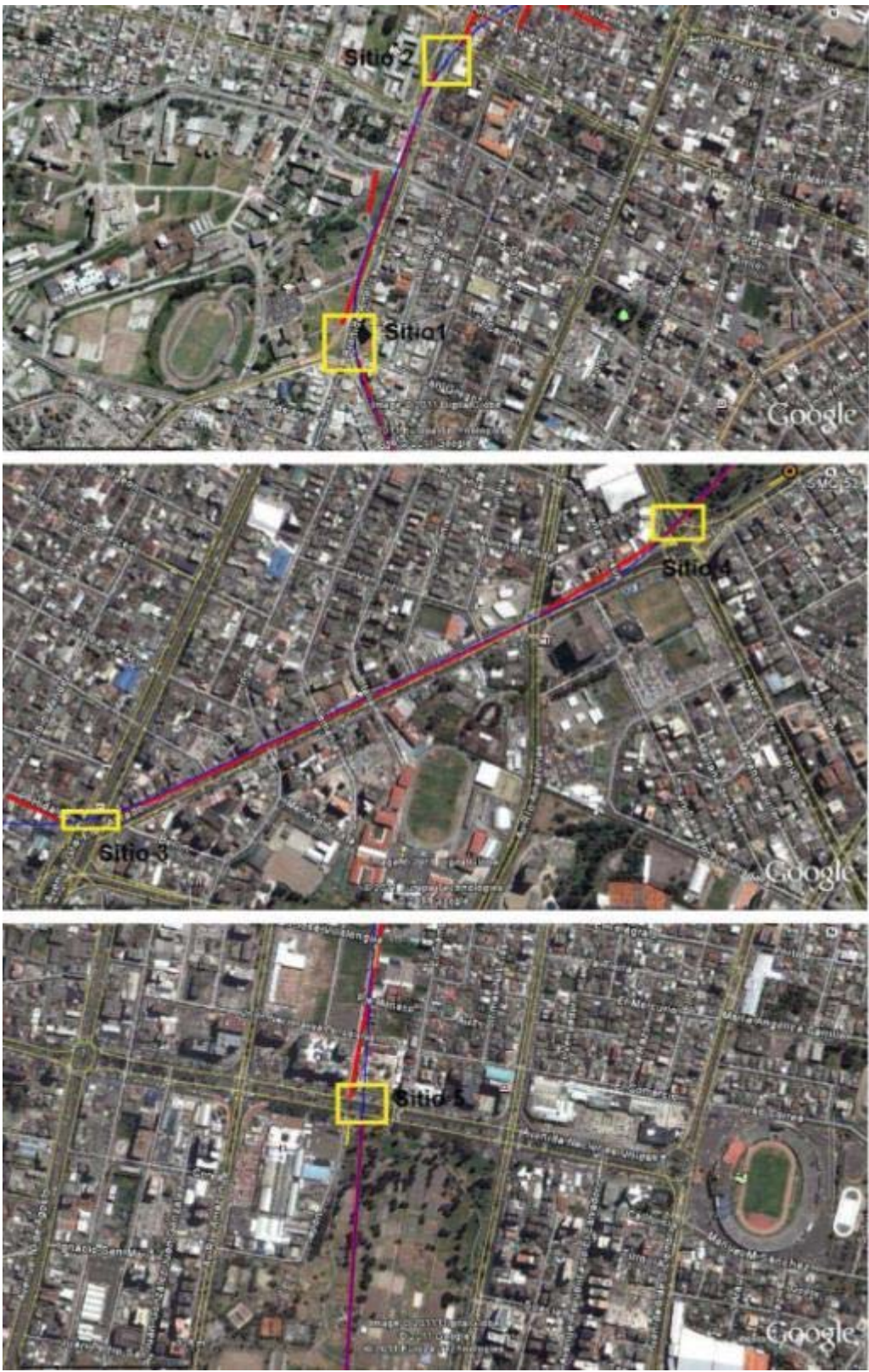
Fuente: TRX Consulting, 2011



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Zonas de investigación profunda

En las zonas donde fue necesario una investigación a profundidades mayores a 60 m y donde no se pudieron instalar arreglos de cables de largas dimensiones (por la conformación urbana), como es el caso del Centro Histórico y la zona del Panecillo, se utilizó el sistema de sismógrafos wireless (inalámbrico) Sigma Iseis. Esta tecnología de punta desarrollada para exploración petrolera compleja ha sido utilizada por primera vez para fines geotécnicos en ambientes urbanos densamente poblados y de interés historico. Este sistema de sismógrafos permite realizar arreglos/implantaciones sísmicas de grandes dimensiones que, en el presente estudio permitieron alcanzar profundidades de más de 300 m. Los estudios se realizaron desde la progresiva 9+300 hasta la progresiva 11+500 con un total de 15 tendidos. En el Cuadro 7.41 se indican las zonas ejecutadas



Cuadro 7.41 Ubicación líneas sísmicas, referencia UTM WGS 84

Centro (Absc 9+150 - 11+500)					
Ubicación	fecha	Tendido	Separación	X UTM	Y UTM
Calle Bahía DC	11/11/2011	T1	22-40m	776438	9975324
Calle Bahía DC		T2	22-40m	776324	9975230
Calle Bahía DC		T3	22-40m	776239	9975176
Av. Mariscal Sucre		T4	30-60m	776163	9975138
		T5	30-60m	776074	9975072
		T6	30-60m	775970	9975000
		T7	30-60m	775887	9974939
Av. Mariscal Sucre	12/11/2011	T1	15-16m	775754	9974758
		T2	10-23m	775532	9974715
		T3	10-32m	775346	9974489
Calle Villamil		T1	10m	775284	9974323
Calle Ferrusola		T2	9-18m	775308	9974163
Calle Puyarde		T3	10-32m	775215	9974088
Calle Husares		T4	9-30m	775230	9973993
Plaza San Francisco		T5	13-30m	776598	9975503

Fuente: TRX Consulting, 2011

Análisis de vibraciones naturales

El método de análisis de vibraciones, utiliza ruido natural o ruido generado por la actividad humana para caracterizar la distribución de las ondas de corte en el subsuelo; monitorear y establecer una línea base y mediante el ruido natural conocer el periodo fundamental de vibración natural del suelo con fines de microzonificación. El principio de funcionamiento establece que la onda sísmica que se propaga a través del suelo excita al sensor que envía una señal electrónica al sismógrafo que, a su vez, empleando la computadora portátil como interfase de salida, permite a través del programa MR 2002, grabar la señal sísmica para su posterior análisis tanto en el dominio del tiempo como en frecuencias.



En cada punto de medición se procedió a orientar el sensor de tal forma que la ordenada (eje Y) coincidiera con el norte, luego se niveló y finalmente se tomaron 15 registros de 60s para un total de 15 minutos de grabación. Esto fue repetido sistemáticamente en cada punto de medición. La ejecución de las medidas se realizó sobre la ruta del Metro, sólo en algunos casos donde la ruta pasa por debajo de algunas edificaciones, fue necesario desviar las medidas a menos de 30 m del eje de la ruta. La ubicación exacta de las coordenadas de los puntos medidos se muestra en el Cuadro 7.42.

Cuadro 7.42 Ubicación líneas sísmicas, referencia UTM WGS 84

Pto de Medición	X (m)	Y (m)	Cota (m)	Progresiva (m)
1	493740	9967193	2924	3.6
2	493813	9967262	2921	103
3	493890	9967319	2918	198
4	493960	9967399	2916	303.4
5	494021	9967475	2912	400
6	494088	9967557	2907	505.8
7	494152	9967626	2904	601.3
8	494232	9967691	2895	704.8
9	494315	9967751	2889	833
10	494393	9967821	2896	903.7
11	494415	9967918	2898	995
12	494433	9968015	2898	1093.6
13	494433	9968113	2897	1190.3
14	494455	9968199	2897	1276.9
15	494447	9968312	2895	1389.3
16	494454	9968412	2892	1490.1
17	494477	9968517	2891	1595.9
18	494486	9968638	2890	1718.1
19	494481	9968712	2889	1793.4
20	494527	9968802	2882	1896
21	494573	9968896	2877	2000
22	494601	9968984	2873	2092.8
23	494649	9969069	2871	2191.7
24	494701	9969162	2869	2300
25	494762	9969244	2869	2400
26	494825	9969323	2867	2497.4
27	494886	9969402	2864	2602
28	494949	9969480	2861	2702.4
29	495011	9969561	2859	2803.6
30	495075	9969639	2857	2904.7
31	495139	9969719	2855	3007.2
32	495201	9969800	2854	3109.1
33	495261	9969873	2854	3203.9
34	495320	9969959	2853	3303.2
35	495395	9970036	2852	3415
36	495455	9970104	2852	3507.1

37	495524	9970177	2851	3607.3
38	495608	9970242	2851	3712.3
39	495657	9970299	2850	3788.5
Pto de Medición	X (m)	Y (m)	Cota (m)	Progresiva (m)
40	495730	9970344	2850	3871.8
41	495806	9970438	2848	3990.9
42	495913	9970510	2846	4118.2
43	495984	9970586	2845	4223.3
44	496065	9970646	2841	4323.1
45	496121	9970734	2838	4425.9
46	496166	9970825	2837	4521.8
47	496177	9970921	2835	4609.9
48	496133	9971034	2835	4725.2
49	496110	9971175	2837	4871.1
50	496163	9971271	2836	4990.3
51	496215	9971344	2833	5083
52	496266	9971415	2829	5163.24
53	496308	9971504	2827	5261.5
54	496341	9971572	2825	5336.2
55	496412	9971653	2823	5444.6
56	496474	9971725	2822	5539
57	496583	9971743	2821	5645.1
58	496685	9971733	2820	5746.8
59	496786	9971725	2817	5847.7
60	496885	9971716	2814	5947
61	496986	9971708	2811	6048.5
62	497067	9971702	2808	6129.8
63	497183	9971693	2793	6246.7
64	497283	9971684	2808	6346.2
65	497386	9971690	2804	6448.5
66	497511	9971726	2816	6568.7
67	497553	9971795	2825	6646.7
68	497627	9971885	2822	6758.7
69	497639	9971982	2821	6850.1
70	497680	9972063	2821	6940.6
71	497728	9972156	2821	7045.8
72	497770	9972244	2821	7142.7
73	497815	9972333	2820	7242.2
74	497854	9972427	2820	7343.5
75	497895	9972516	2823	7441.7
76	497915	9972612	2823	7538.1
77	497948	9972713	2812	7644.6
78	497941	9972813	2817	7743.1
Pto de Medición	X (m)	Y (m)	Cota (m)	Progresiv a (m)
79	497913	9972912	2813	7844.1
80	497860	9972992	2810	7938.7
81	497796	9973069	2810	8038.8



82	497734	9973157	2810	8145.8
83	497671	9973232	2809	8226.6
84	497599	9973306	2806	8345.7
85	497517	9973389	2801	8462.3
86	497449	9973436	2802	8544.2
87	497373	9973500	2807	8644.3
88	497296	9973567	2812	8745.6
89	497213	9973627	2817	8847.6
90	497148	9973701	2821	8945.8
91	497086	9973777	2827	9044.4
92	497048	9973851	2834	9129.1
93	496999	9973944	2842	9233.4
94	496995	9974065	2858	9353.1
95	496989	9974163	2876	9455.4
96	496999	9974284	2878	9570.5
97	497058	9974376	2858	9678.3
98	497147	9974495	2858	9825.7
99	497223	9974566	2851	9933.7
100	497293	9974623	2847	10024.7
101	497392	9974706	2868	10152.5
102	497484	9974725	2877	10237
103	497510	9974799	2879	10304.4
104	497626	9974890	2901	10450.8
105	497732	9974982	2890	10591.6
106	497774	9975046	2884	10664.3
107	497856	9975107	2972	10766.3
108	497946	9975153	2849	10866.3
109	498056	9975240	2841	11006.9
110	498133	9975301	2833	11100
111	498188	9975322	2832	11156.2
112	498236	9975408	2836	11250.7
113	498314	9975486	2834	11360.4
114	498401	9975579	2832	11486.9
115	498469	9975637	2831	11573.8
116	498529	9975709	2831	11667.7
117	498544	9975789	2831	11740.3
118	498605	9975861	2832	11835.2
119	498664	9975939	2831	11932.5
120	498726	9976009	2937	12026.5
Pto de	X	Y	Cota	Progresiv a
Medición	(m)	(m)	(m)	(m)
121	498820	9976076	2844	12145.6
122	498930	9976109	2846	12264
123	499001	9976107	2848	12337
124	499102	9976079	2841	12441.6
125	499195	9976054	2831	12538.2
126	499279	9976043	2829	12622.1
127	499355	9976047	2827	12700
128	499451	9976068	2823	12795.5

129	499547	9976101	2824	12896.4
130	499626	9976129	2824	12980.3
131	499722	9976159	2823	13081.2
132	499818	9976192	2822	13182.3
133	499911	9976222	2819	13280.3
134	500008	9976252	2819	13382.2
135	500103	9976285	2819	13481.7
136	500197	9976320	2818	13581.1
137	500271	9976378	2815	13672.4
138	500334	9976465	2807	13776.3
139	500354	9976564	2802	13875.1
140	500341	9976668	2800	13979.1
141	500314	9976765	2799	14079.9
142	500287	9976862	2799	14180.3
143	500259	9976957	2799	14278.9
144	500218	9977046	2799	14375.4
145	500139	9977134	2801	14493.6
146	500073	9977189	2802	14578.7
147	500018	9977273	2804	14681.2
148	499974	9977363	2804	14780.8
149	499932	9977453	2804	14879.7
150	499891	9977546	2804	14981.9
151	499863	9977641	2805	15083.1
152	499859	9977743	2806	15186
153	499905	9977835	2809	15291.3
154	499927	9977935	2810	15393.2
155	499952	9978029	2814	15489.7
156	499988	9978124	2816	15591.7
157	500028	9978214	2815	15692.8
158	500083	9978284	2813	15782.7
159	500154	9978345	2809	15878.9
160	500265	9978404	2805	16004.3
161	500340	9978420	2802	16079.9
162	500442	9978411	2798	16181.4
Pto de	X	Y	Cota	Progresiva
Medición	(m)	(m)	(m)	(m)
163	500566	9978405	2794	16306.5
164	500665	9978430	2788	16408.3
165	500754	9978473	2787	16505.3
166	500848	9978515	2784	16608.6
167	500935	9978555	2782	16706.1
168	501027	9978603	2780	16808.7
169	501118	9978647	2778	16908.9
170	501209	9978687	2776	17009
171	501289	9978729	2774	17100
172	501390	9978773	2774	17209.5
173	501477	9978827	2773	17309.1
174	501553	9978910	2773	17421.6
175	501618	9978969	2773	17509.3



176	501689	9979043	2773	17611.4
177	501758	9979118	2773	17713.3
178	501811	9979203	2773	17811.9
179	501836	9979304	2773	17913.7
180	501828	9979406	2774	18015
181	501808	9979505	2774	18115.5
182	501800	9979606	2775	18218.1
183	501805	9979708	2776	18321.2
184	501811	9979812	2776	18425.6
185	501818	9979914	2777	18528
186	501824	9980017	2777	18631.5
187	501830	9980121	2777	18734.9
188	501838	9980224	2778	18838.3
189	501844	9980327	2777	18941.8
190	501850	9980432	2777	19046
Pto de Medición	X (m)	Y (m)	Cota (m)	Progresiva (m)
191	501858	9980524	2775	19139
192	501834	9980633	2774	19245.9
193	501859	9980752	2774	19367
194	501877	9980845	2774	19460.5
195	501897	9980948	2775	19563.3
196	501914	9981051	2776	19671.1
197	501924	9981152	2776	19771.5
198	501925	9981256	2775	19871.7
199	501925	9981350	2774	19957.9
200	501870	9981444	2776	20066.6
201	501809	9981534	2777	20171.7
202	501809	9981651	2777	20290.4
203	501823	9981747	2778	20388
204	501840	9981846	2779	20487.9
205	501855	9981942	2779	20586.5
206	501873	9982042	2780	20687.2
207	501888	9982138	2781	20783.6
208	501893	9982239	2782	20883.6
209	501866	9982339	2782	20895
210	501816	9982426	2786	21093.9
211	501767	9982508	2787	21180.8
212	501713	9982594	2789	21282.2
213	501662	9982677	2789	21379.2
214	501608	9982766	2790	21483
215	501556	9982851	2791	21583.6
216	501453	9983022	2794	21691.2
217	501504	9982937	2795	21791.3

Fuente: TRX Consulting, 2011

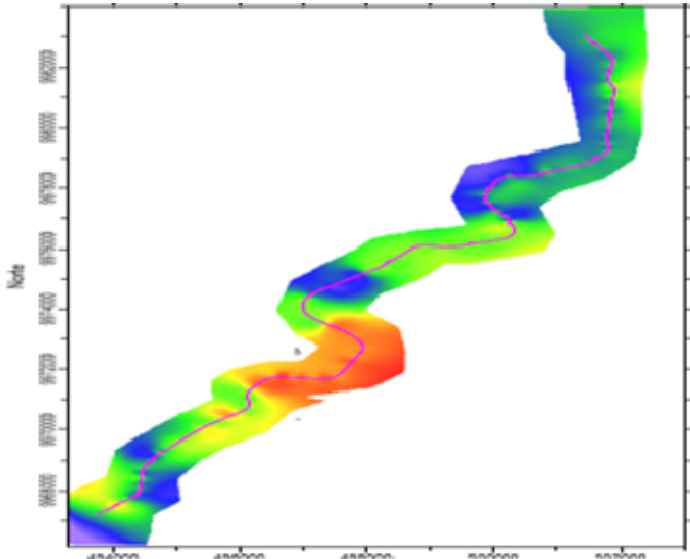


Resultados Preliminares

En esta sección solo se presentarán los resultados de las vibraciones naturales adquiridos en forma más rápida a la sísmica de refracción por micro tremores.

Vibraciones naturales periodo fundamental

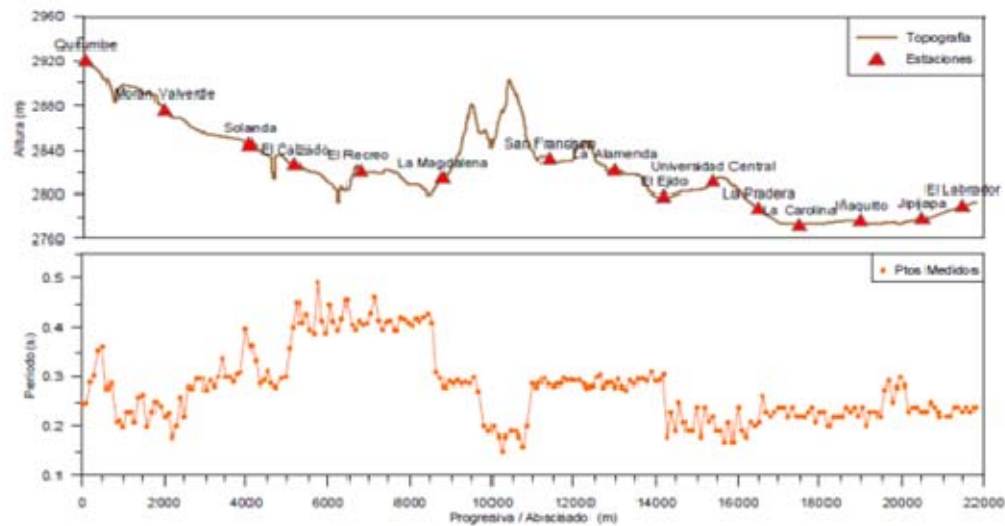
Figura 7.142 Mapa de periodos fundamentales



Fuente: TRX Consulting, 2011



Figura 7.143 Perfil topográfico y posición de las estaciones

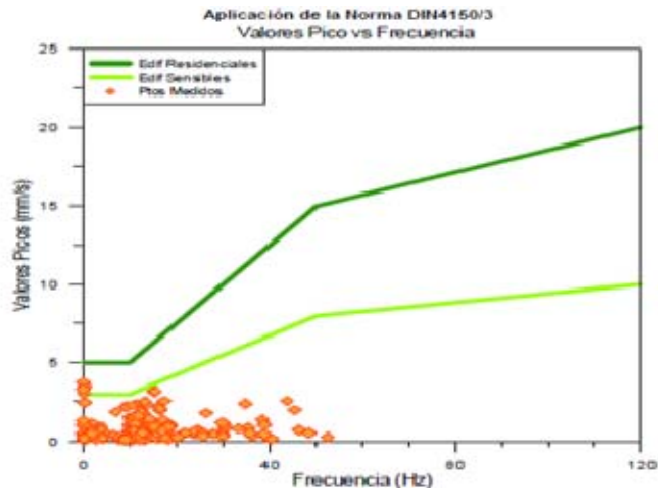


Fuente: TRX Consulting, 2011

Norma DIN 4150/3. Control de vibraciones en áreas urbanas, afectación a estructuras

En la Figura 7.143 se muestra un gráfico del valor pico de velocidad para cada punto de medición en función de su frecuencia. Adicionalmente se grafica el patrón para la norma DIN4150/3 para edificios residenciales y para edificios ultrasensibles, con el fin de evaluar las frecuencias medidas. Estos valores serán reportados en tablas anexas en reportes posteriores.

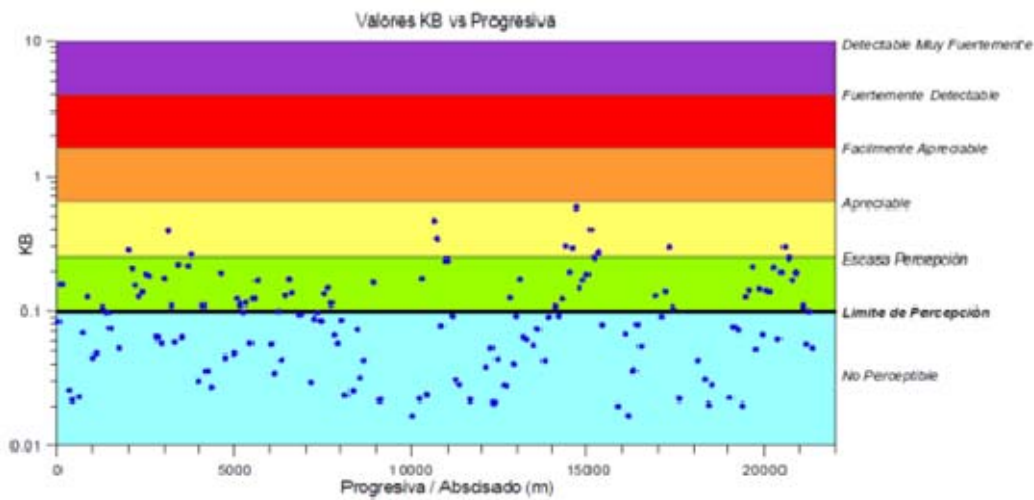
Figura 7.144 Correlación valores picos medidos con la norma



Fuente: TRX Consulting, 2011

Norma DIN 4150/2. Control de vibraciones en áreas urbanas, afectación a humanos

Figura 7.145 Grado de afectación a humanos en función de la progresiva



Fuente: TRX Consulting, 2011

7.1.12. Hidrología

El área de influencia del Metro de Quito abarca desde la estación Morán Valverde al Sur hasta La Y al norte, para lo cual se requieren determinar los caudales que pueden afectar el normal funcionamiento del Metro, y que permitirán diseñar los sistemas de drenaje longitudinal y transversal de modo que no hayan puntos de retención de agua que puedan afectar a la operación normal del servicio.

En función de lo indicado se requiere realizar el estudio hidrológico-hidráulico de las quebradas y/o barrancos de la zona de Quitumbe, que permita comprobar si dichos cauces tienen capacidad para drenar el agua en los periodos de retorno considerados.

Estudio hidrológico de las quebradas y/o barrancos de la zona de Quitumbe

La zona de Quitumbe abarca desde la quebrada La Raya hasta la estación Morán Valverde. En esta zona existen alrededor de nueve quebradas sobre las cuales se realizó el estudio y análisis hidráulico.

La cartografía utilizada en el estudio corresponde a una escala de 1:25.000, WGS84 sobre la cual se trazaron las cuencas de aportación, para este trazado no se contó con la información de los colectores de la zona que resulta necesario para determinar el inicio de la cuenca de aportación ya que este punto (sitio) sería la entrada de la escorrentía de las quebradas a los colectores. Al no contar con esa información, se tomó como punto de inicio de la cuenca el límite de la zona urbanizada con las quebradas, en donde se supone que se construirá el colector para captar la escorrentía de las mismas.

Tomando este criterio se procedió a trazar las cuencas de aportación, delimitando sus áreas, y obteniendo los parámetros físicos-morfométricos que permitan estimar los caudales de crecida en cada una de ellas.

Modelación hidrológica aplicando el Modelo Hidrológico HEC-HMS 3.2

El HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System) es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semidistribuido, desarrollado para estimar los hidrogramas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escorrentía directa que han alcanzado cierta popularidad en los Estados Unidos y en el país.

El programa incluye una interfaz gráfica para el usuario (GUI) que le permite introducir la información necesaria para una simulación, manejar los componentes de análisis hidrológico a través de módulos integrados, y obtener respuestas gráficas o tabuladas de fácil comprensión e impresión.

Los archivos de extensión DSS (Data Storage System) se utilizan para almacenar y trabajar con series de tiempo, funciones emparejadas y datos de grilla en una forma muy transparente para el usuario.

Para definir la estructura de las cuencas, el programa consideran los siguientes elementos:

- Subcuencas (subbasins)
- Tramos de tránsito (routing reach)
- Uniones (junctions)
- Embalses (reservoirs)
- Fuentes (Sources)
- Sumideros (sinks)
- Derivaciones (diversions)

Con estos siete componentes, el usuario puede elaborar una cuenca tan compleja como requiera el problema que está tratando y como permita la información de campo disponible. Si se cuenta con información digital de campo, el HMS incluye la opción de trabajar la cuenca con subdivisiones en grillas o celdas, cada una de las cuales almacena información pertinente respecto a la precipitación, área, pendientes y condición de humedad del suelo.

El programa trabaja con tres módulos básicos que definen en su conjunto el proyecto de simulación de la cuenca:

Módulo de precipitación: permite seleccionar uno de seis patrones de precipitación (tipos de hietogramas) del evento de tormenta que más se ajuste a las posibles condiciones de la cuenca, incluyendo la introducción manual de los datos de la lluvia de diseño.

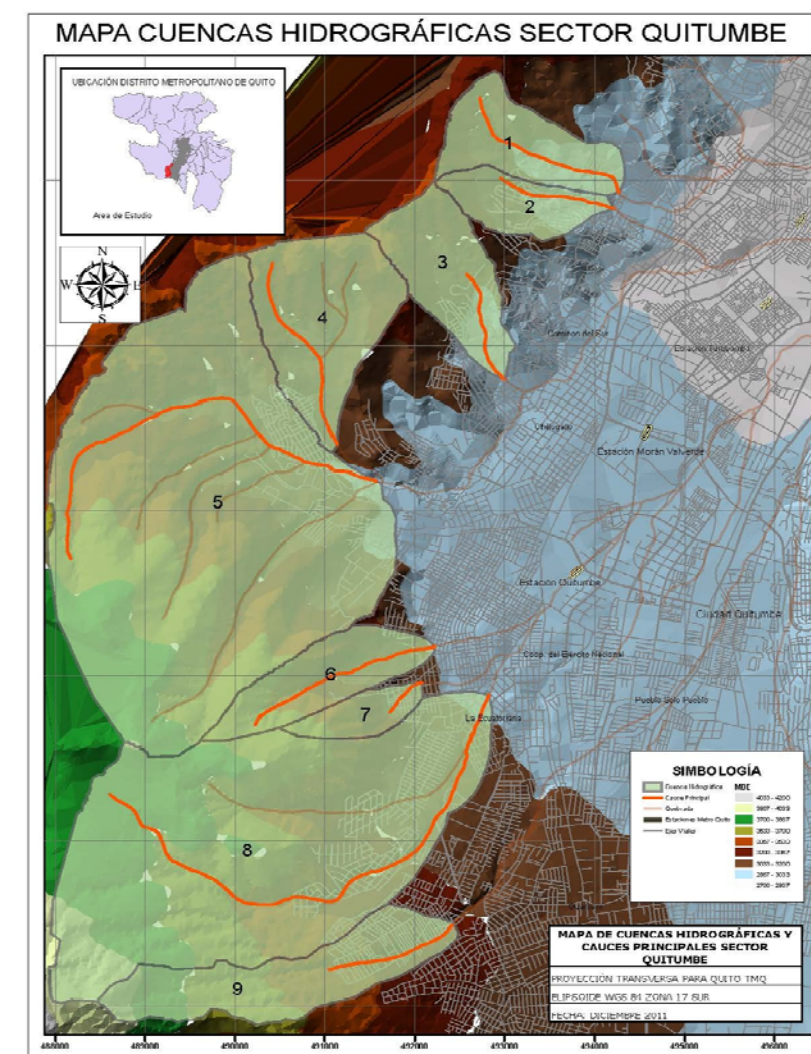
Módulo de la cuenca: permite la representación del sistema físico con los elementos antes citados, y la inclusión de las características morfométricas y de condición del suelo para cada uno de ellos. Así, cada componente incluye la información necesaria para construir el hidrograma total de salida.

Módulo de control: incluye las fechas de inicio y culminación de los datos de lluvia y caudal para la simulación (u optimización) y los intervalos de tiempo para realizar los cálculos.

Estos tres módulos deben definirse completamente antes de iniciar la corrida de simulación.

Para realizar la modelación hidrológica en la zona de estudio se han considerado las 9 subcuencas individualmente con el fin de evaluar los hidrogramas y caudales producidos por cada una de ellas que serían los que circularían en la quebrada e ingresarían al colector. Las subcuencas se pueden apreciar en la Figura 7.145

Figura 7.146 Cuencas hidrográficas sector Quitumbe



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012



Existen algunos métodos que ofrece el modelo para la determinación de caudales de crecida los mismos que se describen a continuación:

Cuadro 7.43 Métodos de cálculo para subcuencas

Tipo de Modelo	Método
Pérdidas	Déficit y tasa constante Inicial y tasa constante Exponencial Número de Curva CN SCS Green y Ampt Consideraciones de la humedad del suelo DC por celdas CN SCS por celdas SMA por celdas
Transformación lluvia-caudal	Hidrograma unitario (HU) de Clarck Onda cinemática ModClarck HU SCS HU Snyder HU especificado por el usuario Hidrograma en S del usuario
Flujo Base	Recesión restringida Constante mensual Depósito lineal Recesión

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

En este caso y de acuerdo a la información disponible se optó en aplicar el método: Pérdidas: (Número de Curva CN SCS), Transformación lluvia –caudal: HU SCS y Flujo base: Recesión para lo cual requieren datos como: Áreas de las subcuencas en Km2, tormenta SCS Storm (Precipitación máxima promedio en 24 horas para un periodo de retorno determinado en mm.), SCS curve number (número hidrológico- CN), Initial abstracción (máxima retención- S en mm.), Impervios % (% de suelo impermeable) y Lag time (tiempo de retraso en minutos). En este contexto se han obtenido los datos solicitados por modelo hidrológico HEC-HMS 3.2.

Determinación de datos de las subcuencas de estudio utilizadas en el modelo hidrológico HEC-HMS3.2

La estimación de la escorrentía directa se basa en la precipitación ocurrida y las condiciones de la cuenca como: condiciones iniciales de la cuenca, clasificación hidrológica de la cuenca, condición hidrológica y usos de la tierra.

De acuerdo a las consideraciones indicadas se utilizaron ecuaciones como:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

En donde

S = máxima retención -mm.

CN = Curva “Standard” ó número de curva

Ia = 0.2°S

Ia = Abstracciones iniciales – mm

El número de curva CN, depende de los factores que determinan el complejo hidrológico suelo – vegetación y sus valores se encuentran en varios manuales de hidrología. En este caso de acuerdo a las normativas de “Diseño hidráulico de redes de alcantarillado” y parámetros de diseño de la Empresa Pública metropolitana de Agua Potable y sanidad de Quito – EPMAAPS, recomienda que: “Cuando se aplica el Método de cálculo de la US SCS, se recomienda el uso de CN (Curve Number) siguiente:

- CN = 79 para laderas
- CN = 83 para áreas urbanas y laderas en desarrollo
- CN = 89 para zona urbana poblada

La condición hidrológica por humedad antecedente, se escogió la condición II que es aconsejable para este tipo de estudios.

Además indica que para el cálculo de las intensidades se empleará la ecuación correspondiente a la estación meteorológica Izobamba, a ser usada para el sur de Quito, a partir de la Av. 24 de Mayo, por lo que para la modelación hidrológica se utilizará los valores de P_{máx} en 24 horas referidas a los TR calculados de la estación Izobamba ajustados a través de la distribución Log Pearson III (tabla 6) ya que las quebradas y/o barrancos de la zona de Quitumbe se encuentran en el área de influencia de esta estación.

Un resumen de los parámetros físicos- morfométricos de las subcuencas requeridos por el modelo se observan en el Cuadro 7.44.

El Tlag es el tiempo que transcurre desde el centro de gravedad de la precipitación neta hasta la punta del hidrograma y es aproximadamente igual a $0.6 T_c$.

Con toda la información obtenida se procedió a realizar la modelación, obteniéndose los hidrogramas y caudales de diseño para los periodos de retorno seleccionados de las 9 subcuencas.

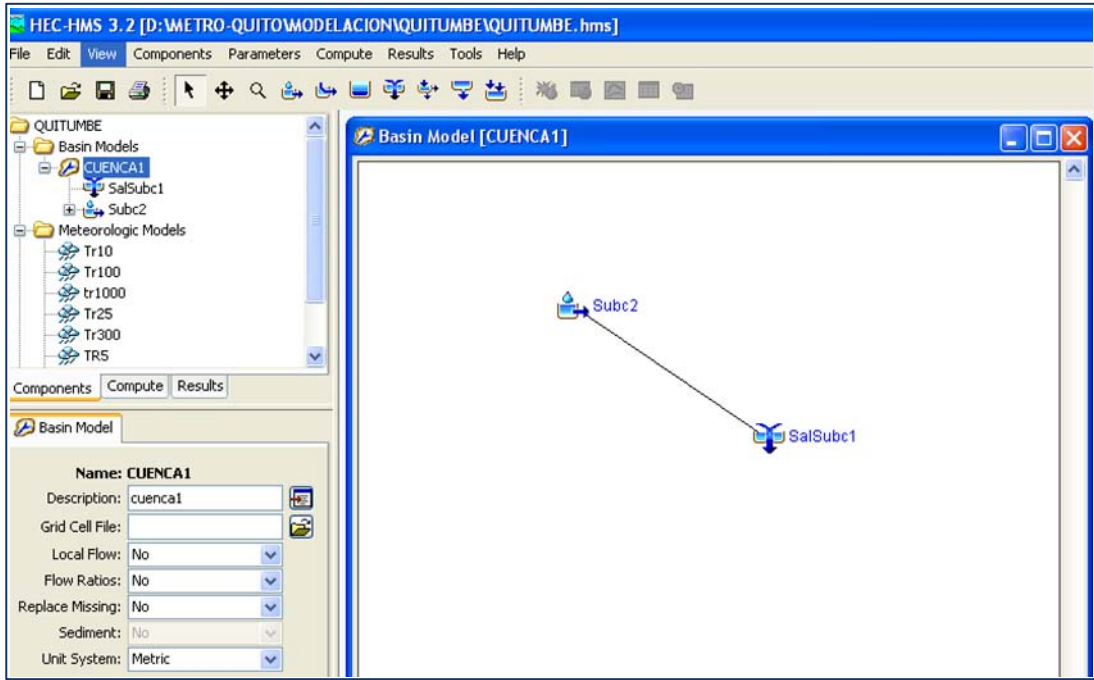
Cuadro 7.44 Datos de las subcuencas de estudio utilizadas en el modelo hidrológico HEC-HMS

Subcuenca	COORDENADAS		Cota media (m)	Pendiente (m/m)	L. cauce más largo (Km)	ÁREA (Km2)	CN	Tc (hs)	Tlag (min)	S (mm.)	la = $0.2 \cdot S$	%suelo impermeable
	E	N										
1	494268.2	9971860.8	4826.5	2.232	2.113	1.650	83	0.144	5.193	52.02	10.405	10
2	494207.68	9971662.2	3150	2.524	1.347	1.016	83	0.122	4.4005	52.02	10.405	20
3	492997.93	9969597.7	3187.5	2.406	1.413	1.836	83	0.138	4.9507	52.02	10.405	10
4	491133.67	9968806.9	3262.5	1.410	2.446	2.804	79	0.272	9.7915	67.52	13.504	1
5	491564.40	9968367.8	3437.5	0.749	5.177	14.523	79	0.467	16.799	67.52	13.504	4
6	492220.60	9966357.1	3350	1.612	2.28	1.598	73	0.203	7.3051	93.95	18.789	2
7	492075.90	9965919.7	3337.5	6.892	0.526	0.611	83	0.039	1.4075	52.02	10.405	3
8	492819.58	9965769.9	3562.5	0.637	6.314	10.207	80	0.574	20.681	63.50	12.700	5
9	492434.28	9963007.2	3612.5	2.665	1.501	1.650	80	0.117	4.2123	63.50	12.700	10

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

En la siguiente Figura 7.146 se observa un esquema general de una de las subcuencas consideradas para la modelación hidrológica.

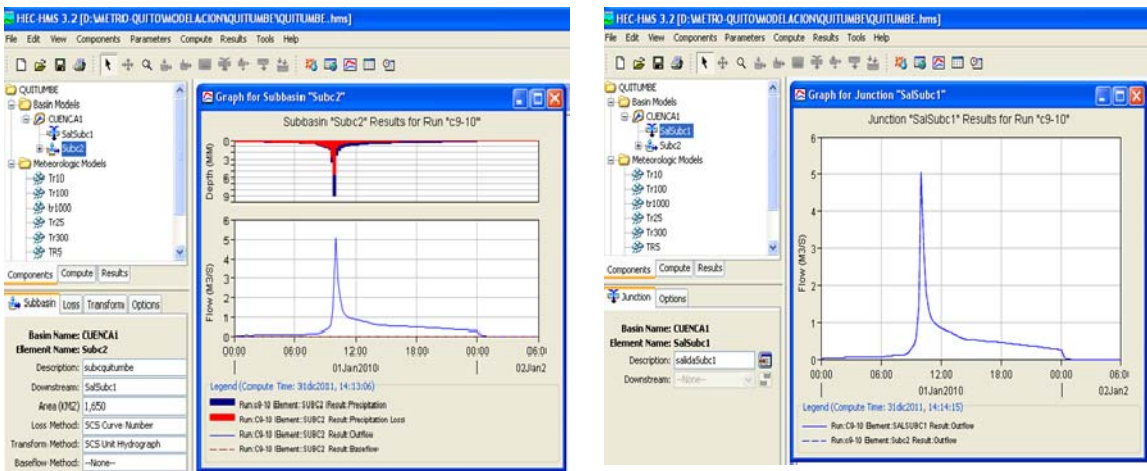
Figura 7.147 Esquema general de una subcuenca considerada para modelación hidrológica



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Con el esquema ingresado en el modelo hidrológico HEC-HMS 3.2 y la información solicitada de acuerdo al método empleado se obtuvieron los hietogramas, hidrogramas y caudales, para diferentes periodos de retorno como se indica en la Figura 7.147 extraída del modelo hidrológico.

Figura 7.148 Hietogramas de precipitaciones e hidrogramas de salida de las subcuenca 9



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012



Al analizar el gráfico de la izquierda, se observan dos colores, deduciéndose que el color rojo es la pérdida de precipitación (abstracciones iniciales) y el color azul es la precipitación neta que se transforma en escurrimiento directo, mientras que en el gráfico de la derecha se observa el hidrograma de salida de la subcuenca 9.

Finalmente se obtuvieron los caudales máximos para las 9 subcuencas, generados por el modelo hidrológico HEC-HMS 3.2; los mismos se observan en el Cuadro 7.45.

Cuadro 7.45 Caudales máximos (m³/s) en subcuencas de las quebradas para diferentes TR

Periodos de retorno (TR)	Subc. 1	Subc. 2	Subc. 3	Subc. 4	Subc. 5	Subc. 6	Subc. 7	Subc. 8	Subc. 9
5	4.9	3.5	5.4	4.0	18.9	1.1	1.6	14.1	3.9
10	6.2	4.3	6.9	5.7	26.0	1.9	2.1	19.1	5.1
25	8.1	5.5	9.0	8.2	36.2	3.1	2.8	26.2	6.8
50	9.6	6.4	10.7	10.2	44.6	4.2	3.3	32.1	8.2
100	11.2	7.5	12.5	12.5	53.8	5.4	3.9	38.5	9.7
300	14.1	9.2	15.7	16.5	70.1	7.5	5.0	49.8	12.4
500	15.5	10.1	17.3	18.5	78.4	8.7	5.5	55.5	13.8
1000	17.6	11.4	19.6	21.5	90.5	10.3	6.3	63.9	15.8

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Para la modelación hidráulica se deberán considerar los caudales de las nueve subcuencas, pero al no contar con la topografía a detalle, no se realiza la modelación hidráulica.

Estudio hidrológico de la escorrentía en las entradas de las bocas de las estaciones del Metro Quito

Las entradas principales al Metro de Quito se encuentran ubicadas en sentido norte a sur, iniciando en el sector El Labrador al norte hasta el sector de Quitumbe al sur. De acuerdo a los estudios se han planificado construir 15 estaciones principales de entrada al Metro las mismas que se indican en el Cuadro 7.46 y en la Figura 7.148.

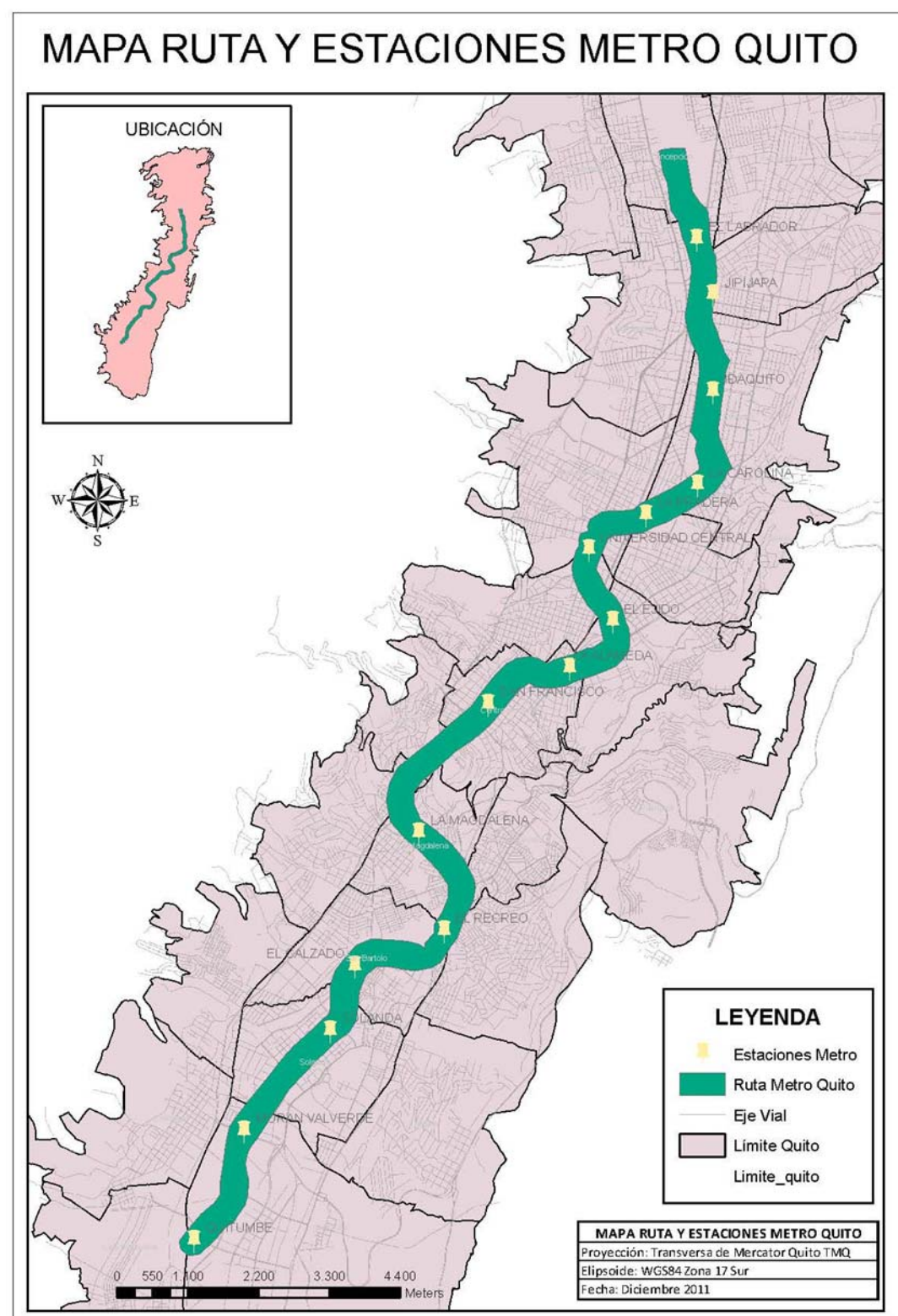
La cartografía utilizada en el estudio y entregada por la Consultora corresponde a una escala de 1:25.000, WGS84, sobre la cual se trazaron las cuencas urbanas de aportación, tomando como puntos de estudio las entradas al Metro, el trazado de las calles y su direccionamiento hasta la entrada al Metro, además se contó con información de los sumideros que se encuentran ubicados en las áreas de aportación, ya que son estructuras que ayudan a desaguar los caudales provenientes de las precipitaciones, consecuentemente, no todo el caudal de escurrimiento llegará hasta la entrada de la boca del Metro.

Cuadro 7.46 Ubicación de las entradas de las bocas de las estaciones del Metro-Quito

Nº	Nombre	Coordenadas		Área km²	Cota Máxima	Cota Mínima
		E	N			
1	Quitumbe	493797	9967257	0.486	2950	2925
2	Moran Valverde	494575	9968951	0.244	2900	2875
3	Solanda	495902	9970508	0.877	2875	2850
4	El Calzado	496288	9971509	0.200	2850	2825
5	El Recreo	497669	9972055	0.400	2825	2800
6	La Magdalena	497283	9973573	0.337	2850	2800
7	San Francisco	498355	9975565	0.208	2850	2825
8	La Alameda	499619	9976132	0.241	2875	2800
9	El Ejido	500285	9976849	0.322	2850	2800
10	Universidad Central	499918	9977960	0.475	2920	2820
11	La Pradera	500807	9978502	0.704	2975	2775
12	La Carolina	501601	9978964	0.805	2825	2775
13	Iñaquito	501841	9980415	0.249	2825	2800
14	Jipijapa	501843	9981913	0.184	2797	2775
15	El Labrador	501599	9982774	0.371	2813	2790

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Figura 7.149 Ruta y estaciones del Metro de Quito



Para la estimación de los caudales igualmente se aplicó Modelo Hidrológico HEC-HMS 3.2, el cual permite calcular los caudales de aportación en función de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno.

Los valores de precipitaciones máximas en 24 horas calculadas se utilizaron de acuerdo al área de influencia y ubicación de las bocas de entrada al Metro. Los caudales calculados son aquellos que llegarían a las entradas del Metro Quito, sin embargo esa no es la realidad ya que en su trayecto se encuentran ubicados sumideros que captan la escorrentía, consecuentemente no todo el caudal producido por la lluvia, llega al sitio de la boca de entrada al Metro, por lo que, se considera el número de sumideros ubicados en cada una de las áreas aportación que captarán un caudal determinado, y la diferencia del caudal entre el producido por la precipitación máxima en 24 horas y lo que captan los sumideros será el caudal que llegue a la boca de la entrada del Metro, y este valor será el caudal probable para el cual se deberá diseñar las estructuras de defensa en cada una de las entradas de las bocas del Metro.

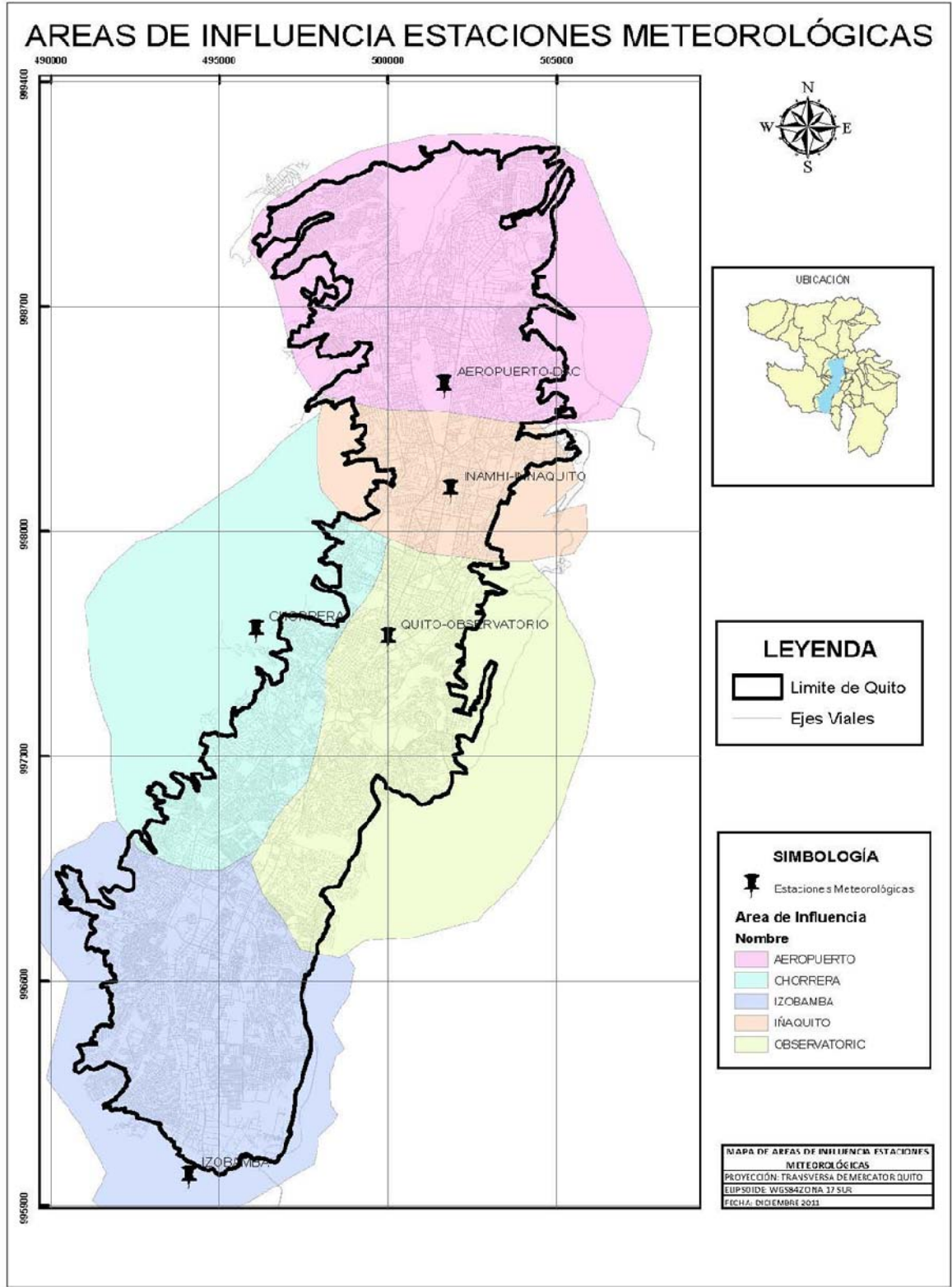
Consideraciones hidrológicas para el cálculo de caudales

El cálculo de los caudales en las entradas del Metro se realizará con los valores de $P_{m\acute{a}x}$ en 24 horas referidas a los periodos de retorno de acuerdo al área de influencia de cada una de las estaciones meteorológicas, así para las entradas de las bocas del Metro: Quitumbe, Morán Valverde, Solanda, El Calzado, El Recreo y La Magdalena se calcularán con los valores de $P_{m\acute{a}x}$ 24 h de la estación meteorológica Izobamba, para las entradas de las bocas del Metro: San Francisco, La Alameda, El Ejido, Universidad Central, La Pradera, La Carolina e Iñaquito se calcularán con los valores de $P_{m\acute{a}x}$ 24 h de la estación meteorológica Quito-INAMHI, para las entradas de las bocas del Metro: Jipijapa y El Labrador se calcularán con los valores de $P_{m\acute{a}x}$ 24 h de la estación meteorológica Quito-Aeropuerto.

Las áreas de influencia de las estaciones meteorológicas para el Metro Quito se observan en la Figura 7.149.



Figura 7.150 Áreas de influencia estaciones meteorológicas



Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Al ser superficies totalmente urbanizadas, el valor de CN se adoptó 89 (recomendación de APMAPS, para zona urbana poblada) y el área impermeable de 85% (Ven te Chow), el tiempo de concentración para estos casos (estudios de alcantarillado) se consideró de 10 minutos.

Los parámetros requeridos por el modelo hidrológico se presentan en el Cuadro 7.47.

Cuadro 7.47 Parámetros hidrológicos requeridos por el modelo hidrológico HEC-HMS 3.2

Subcuenca	Nombre	ÁREA (Km²)	CN	Tc (min)	Tlag (min)	S (mm.)	Ia = 0.2*S	%suelo impermeable
1	Quitumbe	0.486	89	10	6	31.39	6.279	85
2	Moran Valverde	0.244	89	10	6	31.39	6.279	85
3	Solanda	0.877	89	10	6	31.39	6.279	85
4	El Calzado	0.200	89	10	6	31.39	6.279	85
5	El Recreo	0.400	89	10	6	31.39	6.279	85
6	La Magdalena	0.337	89	10	6	31.39	6.279	85
7	San Francisco	0.208	89	10	6	31.39	6.279	85
8	La Alameda	0.241	89	10	6	31.39	6.279	85
9	El Ejido	0.322	89	10	6	31.39	6.279	85
10	Universidad Central	0.475	89	10	6	31.39	6.279	85
11	La Pradera	0.704	89	10	6	31.39	6.279	85
12	La Carolina	0.805	89	10	6	31.39	6.279	85
13	Iñaquito	0.249	89	10	6	31.39	6.279	85
14	Jipijapa	0.184	89	10	6	31.39	6.279	85
15	El Labrador	0.371	89	10	6	31.39	6.279	85

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Aplicando el modelo hidrológico HEC-HMS 3.2 se obtuvieron los caudales de crecida para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 300, 500 y 1000 años en las 15 entradas de las bocas del Metro, cuyos valores se observan en los Cuadros 7.48 y 7.49.

Cuadro 7.48 Caudales de crecida para TR definidas, calculados en las entradas de las bocas del Metro

Periodos de Retorno (TR)	CAUDALES – m³/s							
	Quitumbe	Moran Valverde	Solanda	El Calzado	El Recreo	La Magdalena	San Francisco	La Alameda
5	3.3	1.7	6.0	1.4	2.7	2.3	1.5	1.7
10	3.8	1.9	6.9	1.6	3.1	2.6	1.6	1.9
25	4.4	2.2	8.0	1.8	3.6	3.1	1.8	2.1
50	4.9	2.5	8.9	2.0	4.1	3.4	2.0	2.3
100	5.4	2.7	9.8	2.2	4.5	3.8	2.1	2.4



CAUDALES – m³/s								
Periodos de Retorno (TR)	Quitumbe	Moran Valverde	Solanda	El Calzado	El Recreo	La Magdalena	San Francisco	La Alameda
300	6.3	3.2	11.4	2.6	5.2	4.4	2.3	2.6
500	6.7	3.4	12.1	2.8	5.5	4.7	2.3	2.7
1000	7.3	3.7	13.2	3.0	6.0	5.1	2.4	2.8

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Cuadro 7.49 Caudales de crecida para TR definidas, calculados en las entradas de las bocas del Metro

CAUDALES – m³/s							
Periodos de Retorno (TR)	El Ejido	Universidad Central	La Pradera	La Carolina	Iñaquito	Jipijapa	El Labrador
5	2.3	3.4	5.0	5.8	6.1	1.2	2.5
10	2.5	3.8	5.6	6.4	6.7	1.4	2.8
25	2.7	4.0	6.0	6.9	7.2	1.5	3.0
50	3.0	4.5	6.6	7.6	8.0	1.6	3.2
100	3.2	4.7	7.0	8.0	8.5	1.7	3.4
300	3.5	5.2	7.6	8.7	9.2	1.8	3.7
500	3.6	5.3	7.9	9.1	9.6	1.9	3.8
1000	3.8	5.6	8.3	9.5	10.0	2.0	4.0

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Los caudales de los Cuadros 7.48 y 7.49 son valores que escurren hacia los puntos de estudio (bocas de entrada al Metro), sin que existiera una estructura de desagüe para evacuar estos caudales, pero como en todas las vías existen sumideros que captan la totalidad o parte de este caudal, entonces en función del número de sumideros existentes en las vías y suponiendo que todos son de rejillas normalizadas, se estima el caudal de captación de dichas obras de desagüe multiplicando por el número de sumideros que tiene cada área de aportación para obtener el caudal desaguado o evacuado, el mismo que se resta del caudal total producido por cada área de aportación hasta la entrada de cada una de las bocas del Metro para obtener el caudal de exceso con que se diseñarán las estructuras de protección de dichas entradas.

Para el cálculo aproximado del caudal que capta cada sumidero se asume que existen sumideros tipo calzada normalizados cuyas dimensiones son de 0,6 x 0,96 m y 10 ranuras con un área neta de 0,27m² que representa casi el 50% del área de la cámara.

De acuerdo a investigaciones experimentales realizadas por la John Hopkins University, para este tipo de sumideros con una depresión de 5 cm se tiene lo siguiente (Cuadro 7.50).

Cuadro 7.50 Referencia rápida para sumideros de rejilla normalizados (0,61x0,90) depresión 5 cm

Pendiente calle (%)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14
Capacidad de Sumidero (l/s)	104	99	91.5	89.5	84.5	79.7	75.3	70.7	66.5	63.0	59.3	52.5	47.8

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Tomando en cuenta los valores de caudales evacuados por el número de sumideros existentes en cada una de las áreas de aportación, así como la obstrucción por basura y otros elementos de un 50% en la evacuación del caudal, en función de la pendiente longitudinal aproximada de las vías en donde se encuentran ubicados los sumideros se tienen los siguientes valores de caudales de exceso aproximados que serían aquellos que llegarían a la boca de entrada al Metro. Los valores se observan en los Cuadros 7.51 y 7.52.

Cuadro 7.51 Caudales aproximados de exceso (m³/s) que ingresarían a las bocas del Metro Quito

	Quitumbe	Moran Valverde	Solanda	El Calzado	El Recreo	La Magdalena	San Francisco	La Alameda
Número de sumideros	288	120	350	200	200	260	100	15
Q evacuado por sumidero (lit./s)	99	99	99	99	99	91.5	91.5	99
Q total sumideros (m³/s)	14.256	5.94	17.325	9.9	9.9	11.895	4.575	0.7425
TR (años)	Caudales aproximados de exceso (m³/s)							
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.6605
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.8605
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.0605
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.2605
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.3605
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.5605
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.6605
1000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.7605

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012



Cuadro 7.52 Caudales aproximados de exceso (m³/s) que ingresarían a las bocas del Metro-Quito

	El Ejido	Universida d Central	La Pradera	La Carolina	Ññaquit o	Jipijapa	El Labrador
Número de sumideros	38	220	200	320	130	214	194
Q evacuado por sumidero (lit./s)	99	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5
Q total sumideros (m³/s)	2.6334	14.091	12.81	20.496	8.3265	13.7067	12.4257
T _R (años)	Caudales aproximados de exceso (m³/s)						
5	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.0666	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.3666	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.5666	0.00	0.00	0.00	0.1735	0.00	0.00
300	0.8666	0.00	0.00	0.00	0.8735	0.00	0.00
500	0.9666	0.00	0.00	0.00	1.2735	0.00	0.00
1000	1.1666	0.00	0.00	0.00	1.6735	0.00	0.00

Fuente: Carlos Gutiérrez Caiza. Estudio Meteorológico-Climatológico e Hidrológico de la zona de influencia del Metro de Quito. Informe preliminar. Enero, 2012

Conclusiones y recomendaciones

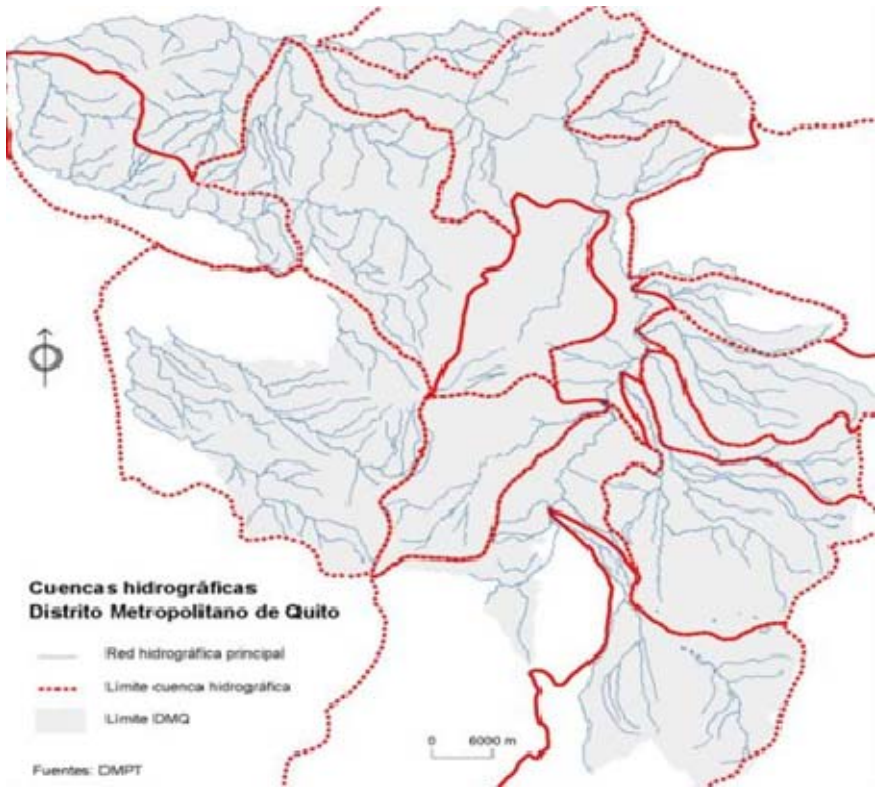
- Las precipitaciones en el DMQ, tienen influencias tanto atmosféricas como orográficas y geográficas, pero el factor que define el inicio de la época lluviosa es la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical; las otras influencias lo que lo que hacen es producir una intensificación de las mismas.
- Las precipitaciones presentan una distribución bimodal, con dos máximos valores en los meses de octubre, marzo y abril.
- Los valores de precipitaciones disminuyen de sur a norte y de oeste a este.
- Presenta persistencia a corto plazo mediante la aplicación del test estadístico de correlación serial, resultado congruente con el incremento de las intensidades de las precipitaciones. A largo plazo no presentan tendencia.
- Por su parte la temperatura media registra los mayores valores en el mes de agosto, en tanto que los menores valores no tienen un mes concreto de ocurrencia.
- Al contrario que la precipitación, la temperatura media aumenta de sur a norte y de oeste a este.

- Las mayores temperaturas se registran en el mes de septiembre y los mínimos entre los meses de julio a septiembre.
- Este parámetro presenta tanto persistencia a corto plazo, como tendencia a largo plazo, resultados que corroboran lo que realmente está sucediendo, esto es un incremento permanente de la temperatura.
- Los índices climáticos obtenidos señalan un incremento de días y noches cálidas, así como la presencia de mayor número de de días muy húmedos, lo que denota menor número de días con lluvias, pero incremento de número de días con mayores intensidades.

7.1.13. Calidad de aguas superficiales

El Distrito Metropolitano de Quito está conformado por un total de 14 cuencas hidrográficas de los ríos: San Pedro, Pita, Machángara, Pachijal, Intag, Chiche, Guambi, Uravia, Guayllabamba, Monjas, Alambi, Mindo, El Cinto-Saloya y Coyago, como se muestra en la Figura 7.150.

Figura 7.151 Cuencas hidrográficas del Distrito Metropolitano de Quito



Fuente: DMPT

Las quebradas y ríos que podrían verse afectados por las actividades constructivas la Primera Línea del Metro de Quito son las quebradas Ortega, Shanshayacu, Rumichaca y El Batán, y los ríos Grande y Machángara. Con el fin



de determinar el estado actual y la calidad del agua de dichos cursos de agua se obtuvieron datos de los estudios de calidad de agua realizados por el Programa de Saneamiento Ambiental para el DMQ de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EMAAP- Q durante los años 2002 al 2007. Además, se obtuvieron datos de la calidad de las descargas del sistema de alcantarillado al río Machángara.

Adicionalmente, se establecieron seis puntos de muestreo estratégicos para la obtención de datos actualizados sobre la calidad de agua, determinándose las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas de las muestras obtenidas.

a) Monitoreo y muestreo de la calidad de agua de las quebradas afluentes al río Machángara EMAAP-Q (2002 – 2007)

La calidad de las aguas superficiales ha sido caracterizada a detalle por la EMAAP-Q. El Programa de Saneamiento Ambiental para el DMQ (PSA) ha desarrollado estudios de monitoreo y muestreo en los diferentes afluentes y descargas en los años 2002 al 2007 (ver Anexo 2). La ubicación de las estaciones de monitoreo y muestreo se muestran en el Cuadro 7.53, que corresponden al área de influencia del proyecto.

Cuadro 7.53 Estaciones de monitoreo y muestreo de calidad de agua

CÓDIGO	NOMBRE	ALTURA (msnm)	E	N
1,01	Q. Ortega Alta	3020	492571,4823	9965407,524
1,02	Q. Shanshayacu	2974	493469,331	9965899,173
1,03	Q. Ortega A.J. Q. Shanshayacu	2920	493952,3781	9967276,52
1,04	Q. Shanshayacu A.J. Q. Ortega	2930	494300,2748	9967100,652
1,05	Río Grande El Transito	2934	492718,4337	9968453,274
1,06	Río Grande Santa Barbara	2878	494069,0408	9970273,697
1,07	Q. Shanshayacu A.J. R. Mch. Quimiag	2872	495717,4925	9969382,176
1,08	Q. El Capuli	2895	495692,1779	9967506,306
1,09	Q. El Batan	2531	503526,0242	9978153,896
2,01	R. Mch. D.J. Q. Caupicho	2938	495747,9289	9965390,455
2,02	R. Mch. Oleoducto	2897	496004,0615	9967407,687
2,03	R. Mch. La Lucha de los Pobres	2876	496124,2187	9968528,803
2,04	R. Mch. Fosforera	2868	496635,214	9969567,1
2,05	R. Mch. Quito Sur	2810	496344,8915	9970417,724
2,06	Colector PV Maldonado	2810	497347,3015	9971829,144
2,07	R. Mch. El Recreo	2805	497292,037	9971821,239
2,08	R. Mch. Villaflores	2785	497467,4207	9973339,071

CÓDIGO	NOMBRE	ALTURA (msnm)	E	N
2,09	R. Mch. El Sena	2763	498270,6031	9974158,31
2,1	R. Mch. El Trébol	2713	500354,7821	9974808,02
2,11	R. Mch. Las Orquideas	2681	501454,0379	9975500,969
2,12	R. Mch. A.J. Q. Bátan	2580	503504,3252	9978074,947
2,13	R. Mch. D.J. Q. Bátan	2543	503581,2952	9978104,563
2,14	R. Mch. El Trasvase	2263	509263,1525	9979498,982

Fuente: Elaboración propia a partir de datos EMAAP-Q, 2011

Los parámetros analizados en las quebradas afluentes al río Machángara para la evaluación de la calidad del agua por la EMAAP-Q en los años 2002 al 2007 fueron:

- Caudal
- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- Grasas y aceites
- Detergentes
- DBO
- DQO
- Nitrógeno KJELDAHL
- Sólidos totales disueltos
- Sólidos suspendido totales
- Echericha Coli
- Coliformes Totales
- Amoniacos
- Nitratos
- Fosfatos

En el Anexo 5 se muestran los resultados del muestreo y monitoreo por año de los parámetros antes mencionados en las quebradas afluentes al río Machángara.

b) Monitoreo descargas del sistema de alcantarillado al río Machángara 2007 EMAAP-Q

Las descargas del sistema de alcantarillado al río Machángara son uno de los principales causantes de contaminación de las aguas superficiales. Actualmente son 5 los lugares de descarga (ver Anexo 2) cuya ubicación se muestra en el Cuadro 7.54.

Cuadro 7.54 Estaciones de muestreo de descargas del sistema de alcantarillado

CÓDIGO	DESCARGA	E	N	ALTITUD (msnm)
MA1	Rio Machángara como colector (El Recreo)	497241,689	9971716,3	2809
MA2	Teodoro Gomez de la Torre	497293,658	9971854,3	2823



CÓDIGO	DESCARGA	E	N	ALTITUD (msnm)
MA3	Descarga vida para Quito	500051,887	9974673,55	2741
MA4	Anglofrench	502104,379	9976380,71	2771
MA5	El Batán	502627,94	9978825,51	2782

Fuente: Elaboración propia a partir de datos EMAAP-Q, 2011

Los resultados de los análisis de las aguas de descarga se muestran en el Anexo 5.

c) Muestreo de aguas superficiales en sitios estratégicos

Con el fin de determinar el estado actual y la calidad del agua de los afluentes que podrían ser afectados directamente por las actividades del proyecto, se determinaron 6 puntos de muestreo estratégicos de los principales drenajes que recorren la misma, para caracterizar sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas. El muestreo consideró los protocolos definidos por el laboratorio Eismaster autorizado y calificado para el efecto.

Los parámetros analizados por el laboratorio Eismaster fueron:

Parámetros físico-químicos

- pH
 - Conductividad
 - Oxígeno
- Sólidos suspendidos
 - Sólidos totales
 - Dureza

Aniones y elementos no metálicos

- Amonio
 - Nitrato
 - Sulfato
- Cloruro
 - Fósforo total
 - Alcalinidad total como CaCO₃

Parámetros orgánicos

- DBO5
 - DQO
 - Hidrocarburos totales
- Coliformes totales
 - Coliformes fecales

Aniones y elementos no metálicos

- Aluminio
 - Antimonio
 - Arsénico
 - Bario
 - Boro
 - Cadmio
 - Calcio
 - Cobre
 - Cromo
 - Estaño
- Hierro
 - Magnesio
 - Manganeso
 - Mercurio
 - Níquel
 - Plata
 - Plomo
 - Potasio
 - Silicio
 - Sodio

Metodología de muestreo

Establecimiento del sitio

Se establecieron seis estaciones de muestreo, las cuales fueron descritas indicando el posicionamiento físico, con coordenadas de la estación y su fotografía respectiva. En el Cuadro 7.55 se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo.

Cuadro 7.55 Puntos de monitoreo establecidos para las aguas superficiales

ESTACIÓN DE MUESTREO	LOCALIZACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
		X	Y	
MA-1	Quebrada Ortega a la altura del terminal terrestre de Quitumbe	772061	9967696	2842
MA-2	Quebrada Shinshayacu al oeste del terminal terrestre de Quitumbe	772065	9967299	2939
MA-3	Unión de las quebradas Ortega y Shinshayacu al norte del terminal terrestre de Quitumbe, en la Avenida Rumichaca	772811	9968065	2907



ESTACIÓN DE MUESTREO	LOCALIZACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)
		X	Y	
MA-4	Río Grande, al norte del Instituto Técnico Superior Consejo Provincial de Pichincha en el sector de Solanda	774446	9970667	2842
MA-5	Quebrada Rumichaca ubicada a la altura del Parque Las Cuadras en la Avenida Rumichaca	772811	9968065	2903
MA-6	Quebrada El Batán ubicada a la altura del Túnel Guayasamin	780908	9978840	1750

Fuente: Elaboración propia, 2011

Descripción de las estaciones de muestreo

La **Estación MA-1** está ubicada en la quebrada Ortega a la altura del terminal terrestre Quitumbe; el afluente mostraba las siguientes características:

Figura 7.152 Estación de muestreo MA-1



- Caudal bajo
- Agua color café verdoso
- Ancho de la quebrada: 1,5 m
- Mal olor
- Alrededor de 30 cm de profundidad

Se observó la presencia de roedores e insectos. En el curso de la quebrada existe una tubería de descargas a 50 m aguas abajo del punto de muestreo. Se observó también la presencia de especies como mora silvestre, uvilla, chilca, zuros, tomate de árbol y especies arbóreas como el sauce.

La **Estación MA-2** está ubicada en la quebrada Shanshayacu a la altura del terminal terrestre Quitumbe; las características del afluente son:

Figura 7.153 Estación de muestreo MA-2



- Caudal bajo a medio
- Ancho de la quebrada: 2 m
- Agua turbia de color café verdoso
- Profundidad alrededor de 70 cm

Presencia de chilca, acacia de aproximadamente 8 m de altura, llin llin de 1 m de altura, lengua de vaca, mora silvestre, babaco, ciprés, zig zig y pasto (ver Anexo 3). Se observó la presencia de ganado vacuno pastando en las orillas, lechugines, roedores y mosquitos.

La **Estación MA-3** corresponde a la quebrada Shinshayacu a la altura del cruce con la Av. Rumichaca. Las características del afluente son:

Figura 7.154 Estación de muestreo MA-3



- Caudal medio a bajo
- Color gris
- Mal olor
- Ancho de la quebrada aproximadamente 3 m

Se observó presencia de caballo chupa, chilca, eucalipto aromático, mora silvestre, pasto y llin llin. A lo largo del curso de agua existen especies arbóreas.

La **Estación MA-4** está ubicada en el río Grande, en la parte posterior del Instituto Superior Experimental Consejo Provincial de Pichincha, cuyo cauce presenta las siguientes características:

Figura 7.155 Estación de muestreo MA-4



- Agua turbia
- Mal olor
- Caudal medio a alto
- Ancho del cauce alrededor de 10 m

Se observó la presencia de eucaliptos y pastos, entre otros, así como basura y rocas en el agua.

La **Estación MA5** corresponde a la quebrada Rumichaca ubicada dentro del Parque Las Cuadras. El cauce presenta las siguientes características:

Figura 7.156 Estación de muestreo MA-5



- Caudal bajo
- Mal olor
- Agua turbia color gris verdoso
- Ancho del cauce aproximadamente de 1 a 2 m

Se observó la presencia de helechos y eucaliptos de 50 m de altura. Cabe mencionar la cercanía del Hospital Padre Carolo y de varias industrias alrededor de la estación de muestreo.

La **Estación MA-6** está ubicada en la quebrada el Batán a la altura del Túnel Guayasamín, cuyo efluente presenta las siguientes características:



Figura 7.157 Estación de muestreo MA-6



- Color gris verdoso
- Ancho del cauce aproximadamente de 4 metros
- Presencia de espuma en la superficie del agua
- Mal olor

Cabe mencionar que la quebrada tiene aportaciones del sistema alcantarillado y de una descarga de agua color tomate como se observa en la fotografía.

Tipos de muestra

Las muestras recolectadas fueron de tipo simple o puntual, que se caracterizan por ser una muestra recogida en un lugar y en un momento determinado. Por ello la toma se realizó en el centro de la corriente a una profundidad media.

Tamaño de muestra

De acuerdo a los protocolos definidos por el laboratorio Eismaster, se obtuvieron seis (6) muestras en un total de 48 frascos cuyos volúmenes se detallan a continuación:

Cuadro 7.56 Recipientes de muestreo

CANTIDAD	FRASCO	VOLUMEN
6	Frascos plástico	1
18	Frascos ámbar	0,5
12	Frascos ámbar	0,125
12	Frascos estériles	0,1

Fuente: Elaboración propia, 2011

Por cada estación, se llenó un frasco de plástico, tres frascos ámbar de 500 ml, dos frascos ámbar de 125 ml y dos frascos estériles de 100 ml.

Identificación de recipientes

Cada recipiente estuvo identificado con etiquetas adhesivas con la siguiente información:

- Numero de muestra
- Código del punto de muestreo, ubicación geográfica
- Parámetro/s requeridos

Figura 7.158 Recipientes de muestreo



Técnicas e instrumental para las determinaciones in situ

Los parámetros in situ se hicieron inmediatamente después de la toma de la muestra mediante equipo multiparamétrico determinando los siguientes parámetros:

- pH
- Temperatura
- Conductividad / STD

Las mediciones y observaciones in situ fueron registradas con tinta indeleble en la ficha de campo (ver Anexo 6) durante cada estación de muestreo e incluyen la siguiente información:

- Nombre de la estación
- Número de identificación
- Datos de muestreo (ej. latitud/longitud)
- Hora del muestreo



- Nombre/s del muestreador/es
- Parámetros medidos in situ
- Condiciones del muestreo: ubicación (estero, puente, etc.), método y equipos utilizados
- Condiciones climáticas: lluvia, día soleado, viento, etc.
- Aspecto del agua: olores inusuales, color

Procedimiento de conservación de muestras

Con el objetivo de retardar la acción biológica, la hidrólisis de los compuestos y complejos químicos y reducir la volatilidad de ciertas especies, cada recipiente contenía preservantes ya establecidos por el Laboratorio Eismaster, y para el transporte se almacenó a 4°C preservándolas en coolers.

Resultados del muestreo

Según TULAS: Tabla 1 Límites máximos permisibles para calidad de aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren únicamente tratamiento convencional. Tabla 2: Límites máximos permisibles para calidad de aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren únicamente desinfección. Tabla 3: Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario. Tabla 4: Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de aguas.

Los resultados de los análisis a las diferentes muestras de agua recolectadas in situ fueron comparadas con las realizadas por la EMAAP-Q con las Tablas 1, 2, 3 y 4 del Libro VI Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS, que muestra los límites máximos permisibles para:

- Aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren tratamiento convencional
- Aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren desinfección

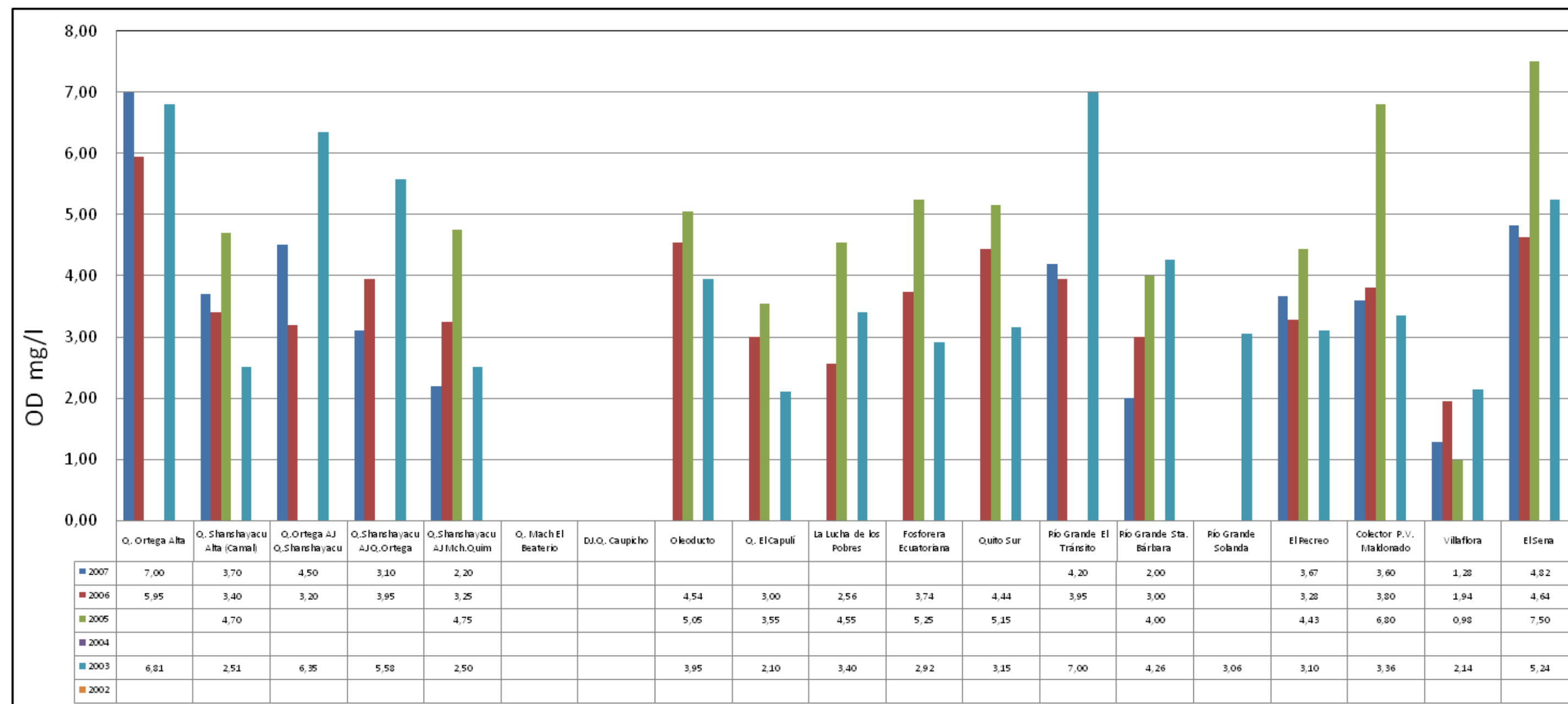
Además, muestra los criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces y los límites máximos permisibles para la interpretación de calidad de las aguas.

Oxígeno Disuelto

La presencia y concentración de oxígeno disuelto es esencial para sustentar las formas superiores de vida, como también para evaluar los efectos de potenciales agentes contaminantes, principalmente por el balance de oxígeno en el sistema. La baja solubilidad del oxígeno es el principal factor que limita la capacidad de purificación de las aguas naturales. El oxígeno disuelto se presentó en un rango de 1,0 a 8,0 mg/l durante los años 2002 al 2007 (ver Anexo 5) en las mediciones realizadas por la EMAAP-Q, estando en su gran mayoría por encima de los valores permisibles de las tablas 1, 2 y 3 del Libro VI, anexo 1 del TULAS, siendo la quebrada Ortega la de mejor calidad con los valores más altos de oxígeno disuelto.

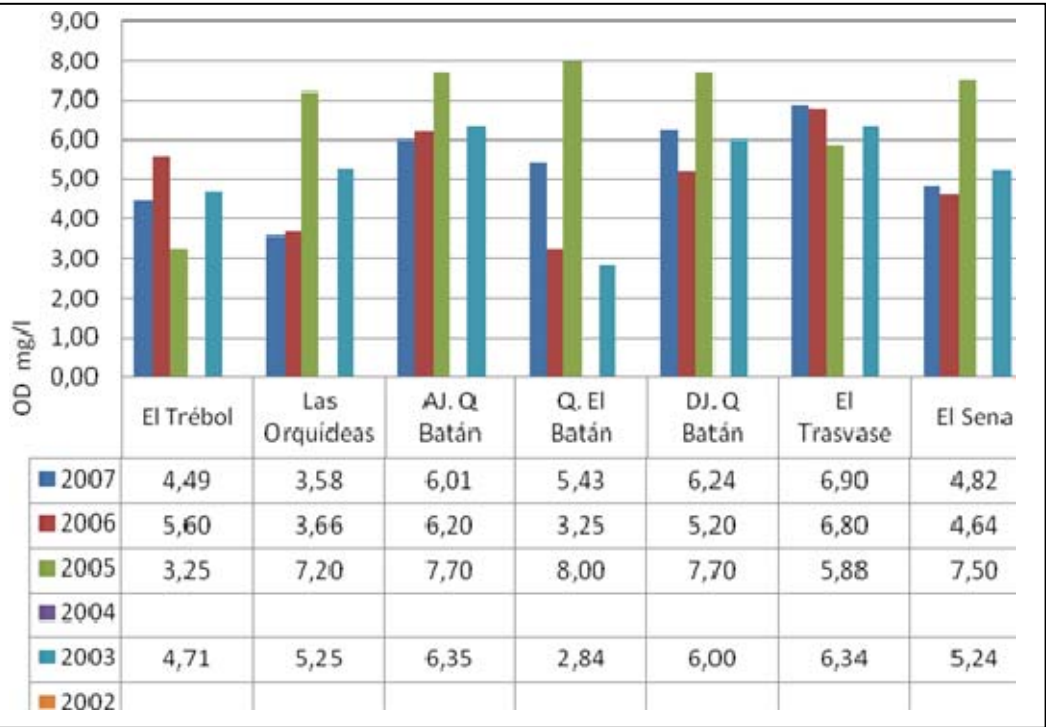
Los valores obtenidos en las seis estaciones de muestreo de aguas realizadas en el año 2011 también estuvieron fuera de los valores permitidos (ver Anexo 5). Cabe mencionar que en el año 2005, los valores de oxígeno disuelto son los más altos en comparación con los medidos en otros años (Figuras 7.158 y 7.159). Sin embargo, los valores obtenidos en las muestras realizadas en el año 2011, el oxígeno disuelto se encontró dentro de la norma (Figura 7.160).

Figura 7.159 Variación media de oxígeno disuelto en las subcuencas afluentes del río Machángara 2003-2007



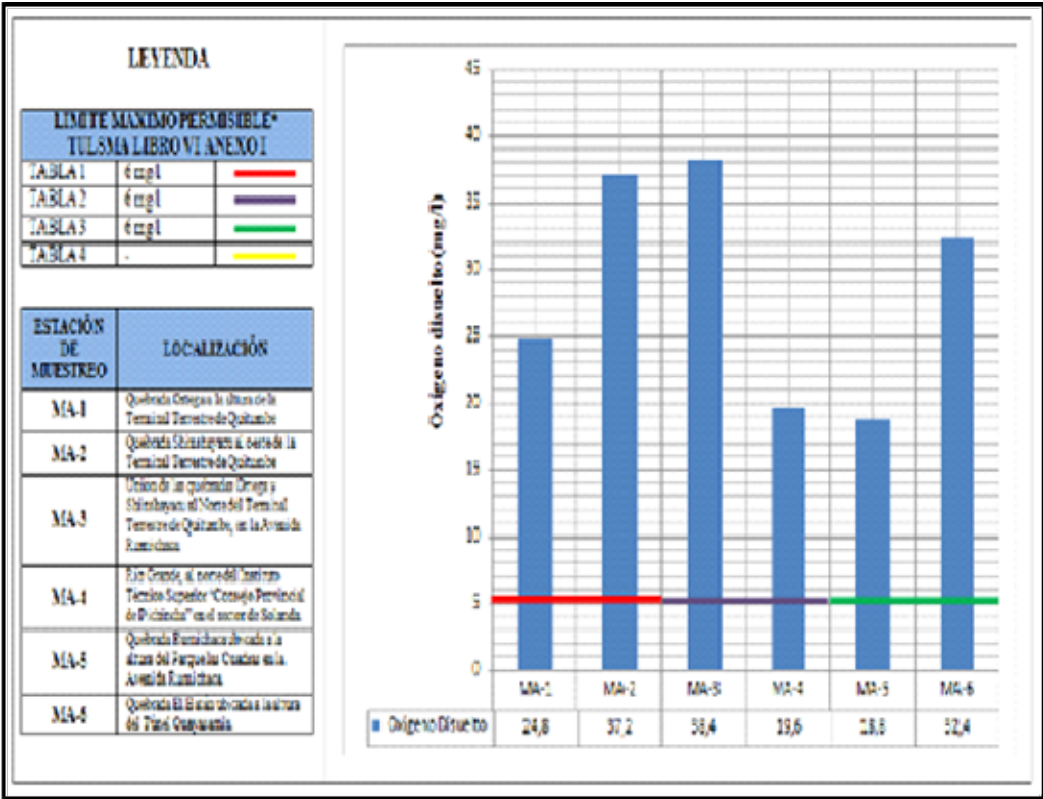
Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.160 Variación media de oxígeno disuelto en las subcuencas afluentes del río Machángara 2003-2007



Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.161 Oxígeno disuelto medido en estaciones de muestreo 2011



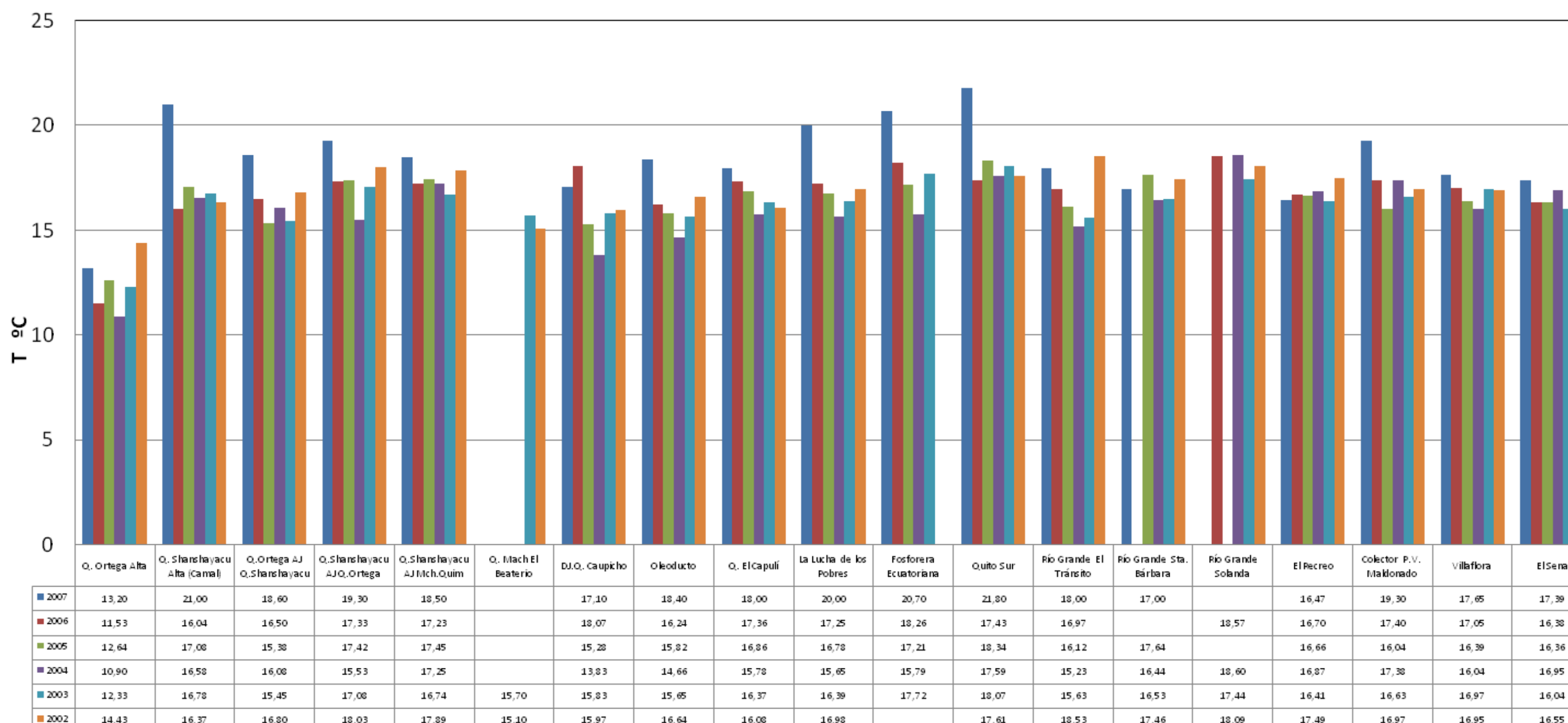
Fuente: Elaboración propia, 2011

Temperatura

Considerando la temperatura desde el punto de vista de la vida acuática, según el TULAS no debe aumentar el valor natural en más de 3°C. La temperatura en las estaciones de muestreo y monitoreo de la EMAAP-Q, fluctuó entre 16 °C y 20 °C en los años 2002 a 2007 (ver Anexo 5).

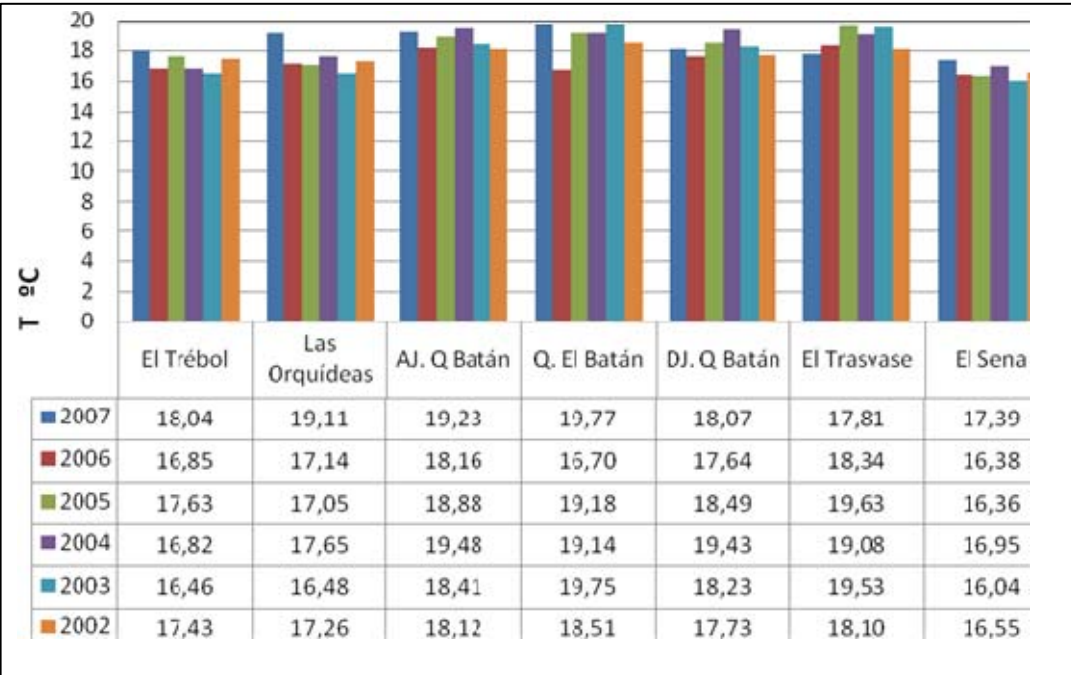
La temperatura medida en las estaciones de muestreo muestra que las temperaturas varían también entre 16°C y 20°C, tal como se muestra en las Figuras 7.161 a 7.163.

Figura 7.162 Variación media de la temperatura en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



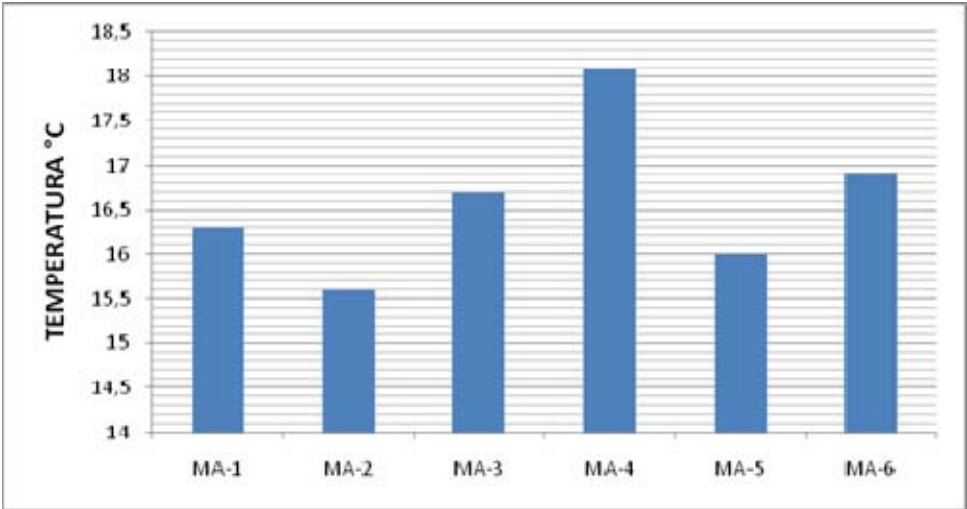
Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.163 Variación media temperatura en los subsistemas del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.164 Temperatura medida en estaciones de muestreo 2011

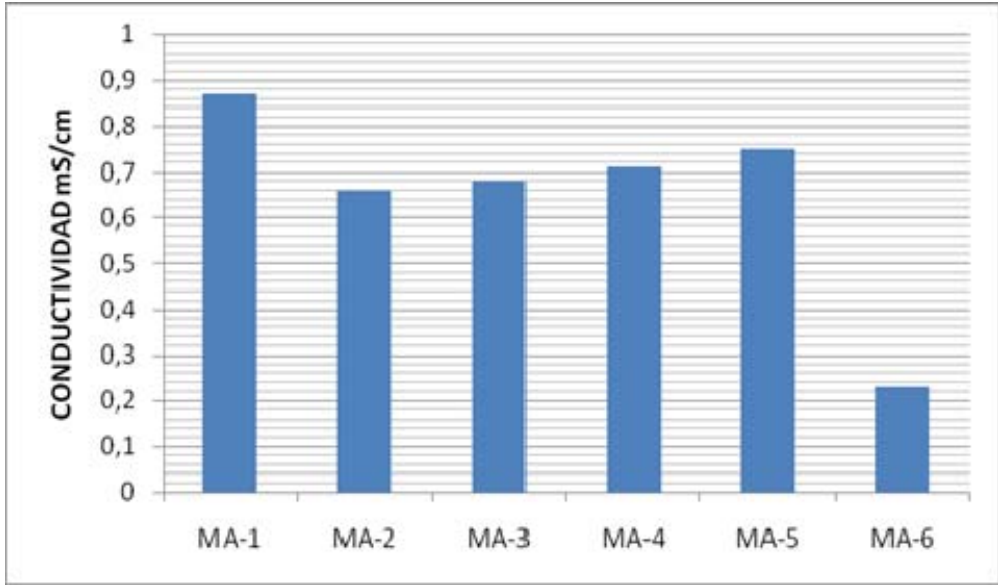


Fuente: Elaboración propia, 2011

Conductividad

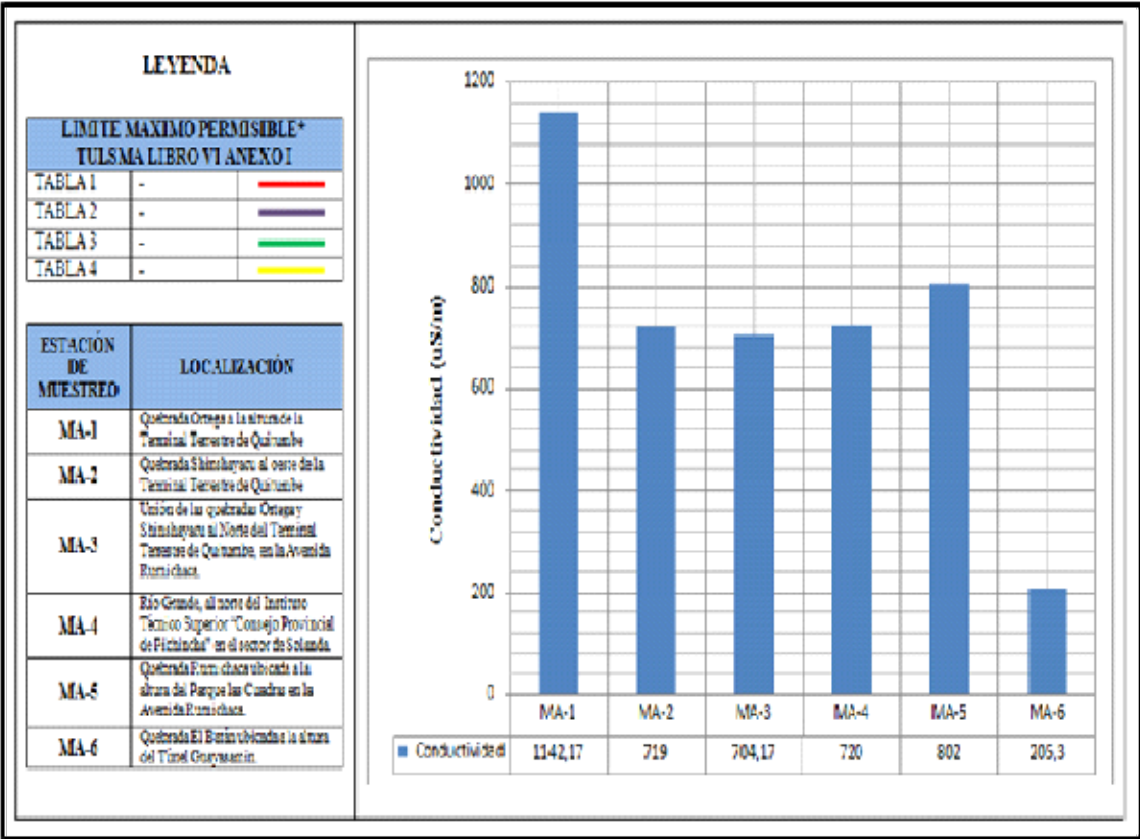
La conductividad evalúa indirectamente la cantidad de iones en solución. Los valores encontrados en las mediciones *in situ* fueron de 0,2 a 0,9 mS/cm.

Figura 7.165 Conductividad medida *in situ* en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.166 Conductividad medida en laboratorio estaciones de muestreo

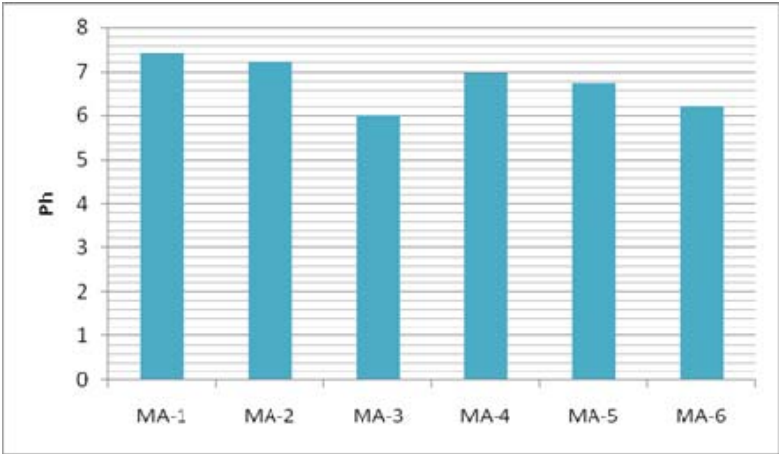


Fuente: Elaboración propia, 2011

pH

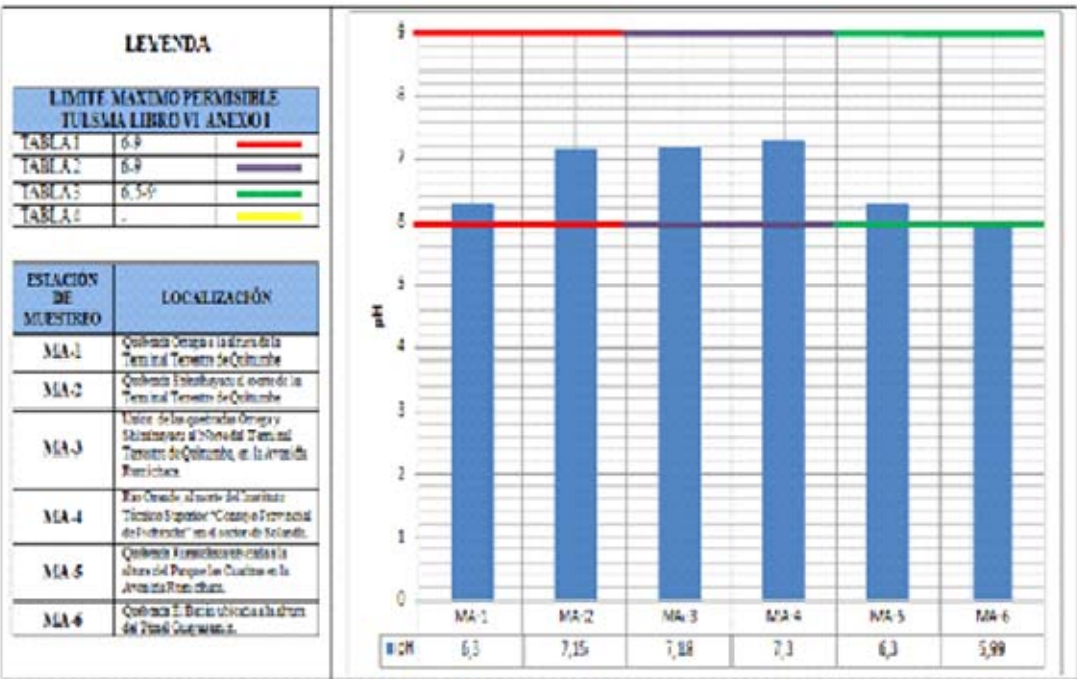
El potencial de hidrógeno en las estaciones de muestreo en el año 2011 fluctúa entre 6,0 y 7,5 teniendo la estación MA-3 el pH más bajo de todas las estaciones. Todos los valores tienden a rangos neutros, y cumplen con las Tablas 1, 2 y 3 del Libro VI Anexo 1 del TULAS. Las mismas muestras medidas en el laboratorio Eismaster no variaron de las mediciones *in situ*.

Figura 7.167 Potencial de hidrógeno medido in situ en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Figura 7.168 Potencial de hidrógeno medido en laboratorio estaciones de muestreo

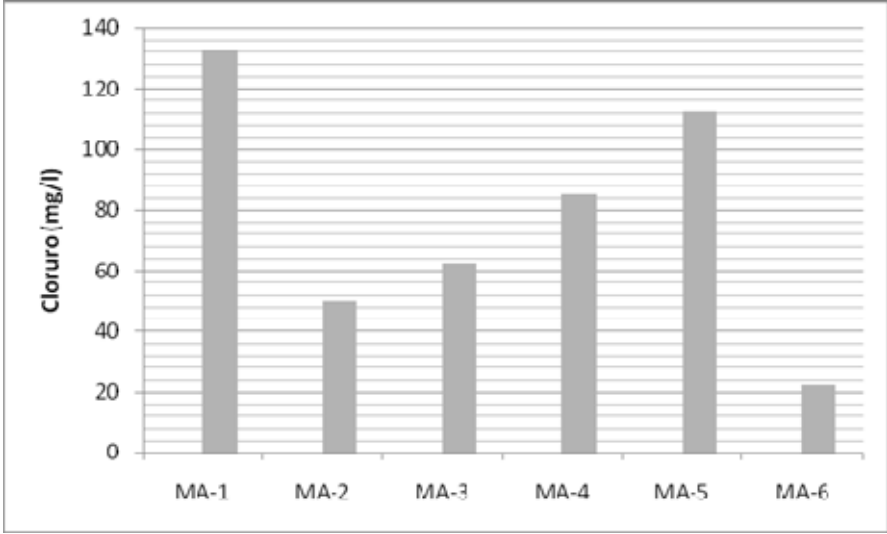


Fuente: Elaboración propia, 2011

Cloruros

El contenido de cloruros en las aguas de los ríos evaluados osciló entre 20 y 130 mg/l, por lo están bajo el límite de 250 mg/l establecido en las Tablas 1 y 2 del Libro VI Anexo 1 del TULAS.

Figura 7.169 Cloruro medido en estaciones de muestreo

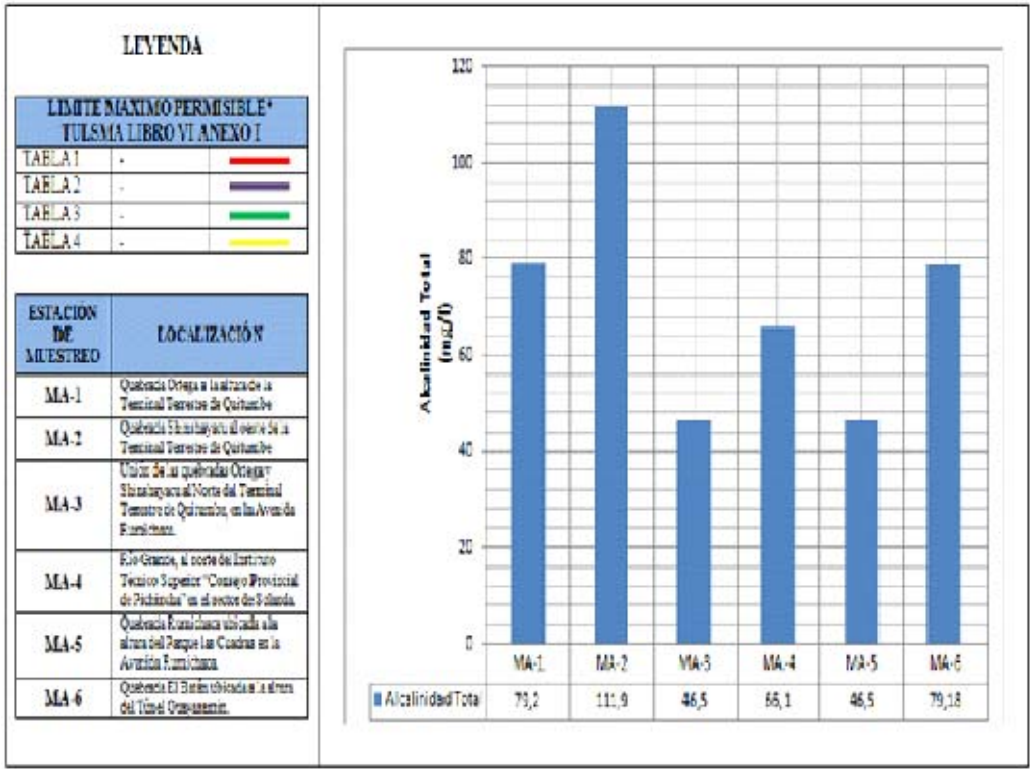


Fuente: Elaboración propia, 2011

Alcalinidad

La alcalinidad en aguas superficiales está dada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. La alcalinidad representa el principal sistema amortiguador del agua dulce ya que permite resistir la caída del pH; dicho parámetro en exceso no produce efectos nocivos en la salud de los consumidores pero si le imparte un sabor desagradable al agua. Sin embargo valores bajos de alcalinidad hace más vulnerable al agua a su contaminación. La alcalinidad medida en las muestras tomadas en el año 2011 varía entre 40 y 120 mg/l.

Figura 7.170 Alcalinidad medida en estaciones de muestreo

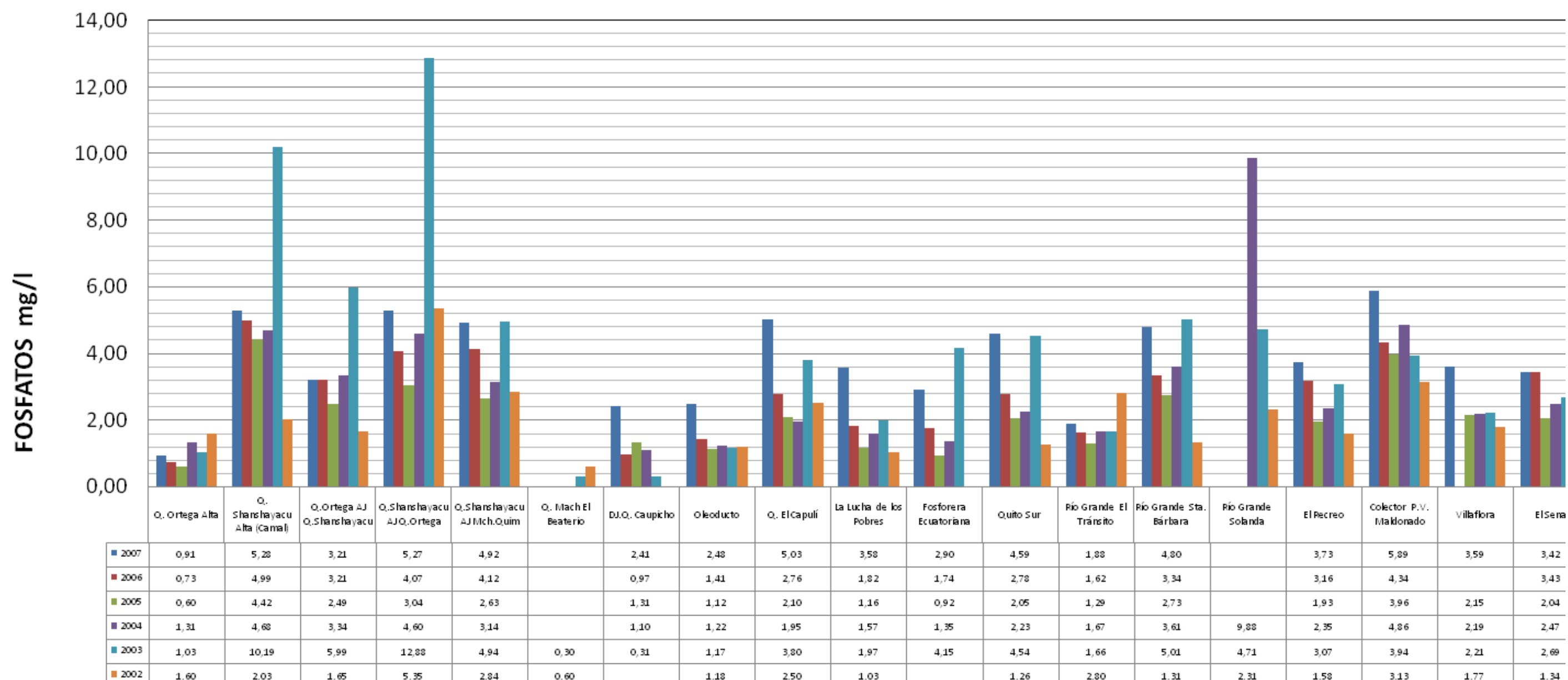


Fuente: Elaboración propia, 2011

Fosfatos

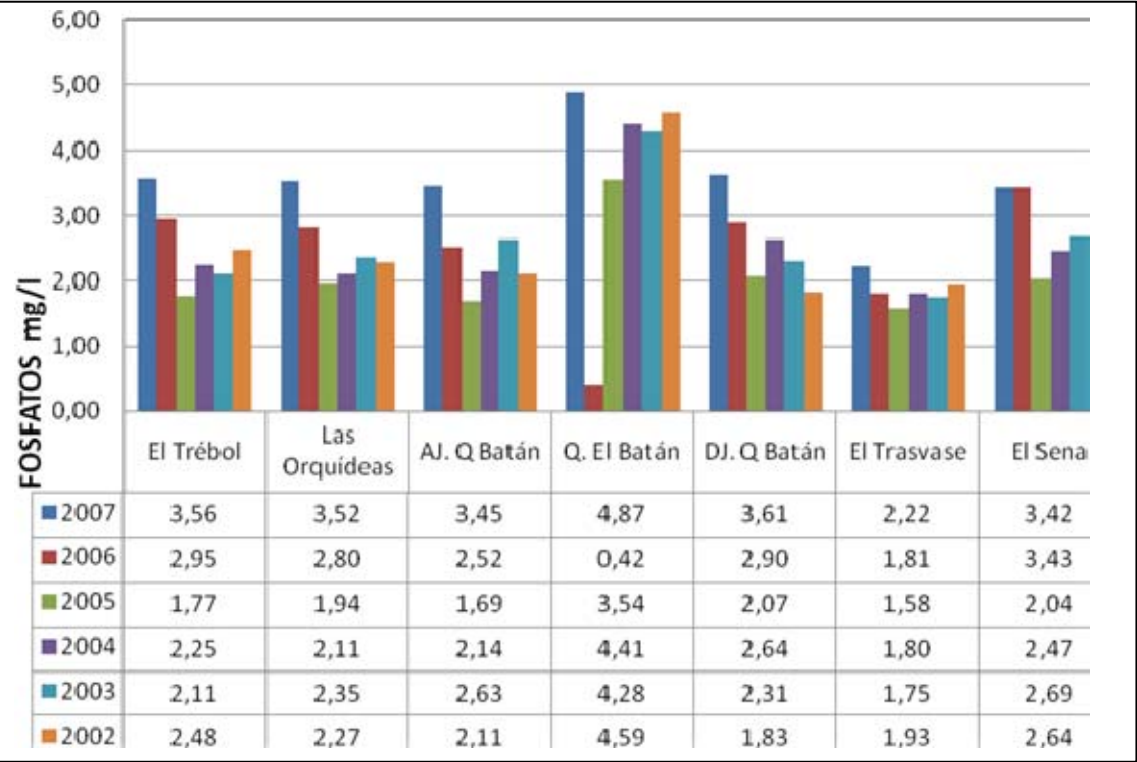
Los fosfatos son causantes de la disminución de oxígeno en el agua. Las cantidades de fosfato presentes en estos ríos oscilaron entre 0,5 y 13 mg/l, lo que indica que se trata de aguas tendientes a eutrofizarse. El año 2007 presentó los valores más altos de contenido de fosfato llegando a niveles de más de 12 mg/l de fosfatos en la quebrada Shinshayacu (ver Anexo 4).

Figura 7.171 Variación media de fosfatos en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.172 Variación media de fosfatos en los subsistemas del río Machángara. Años 2002-2007

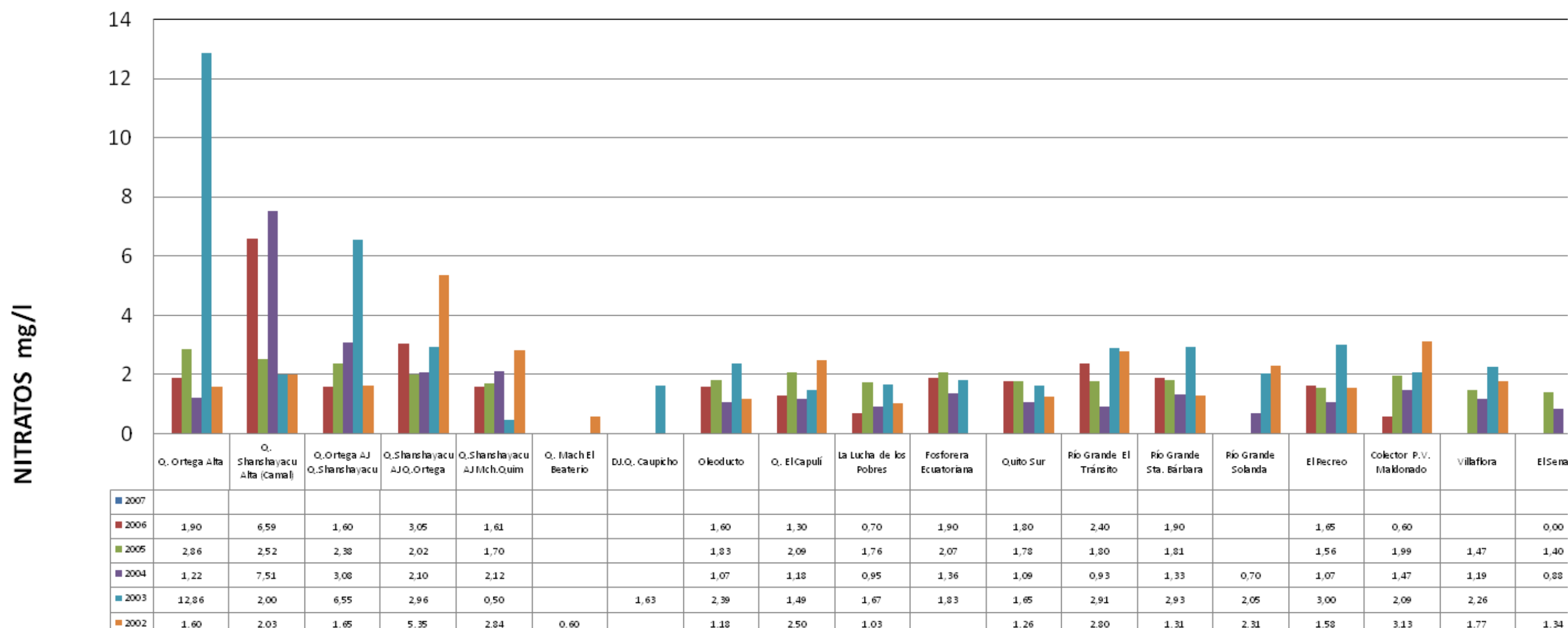


Fuente: EMAAP-Q

Nitratos

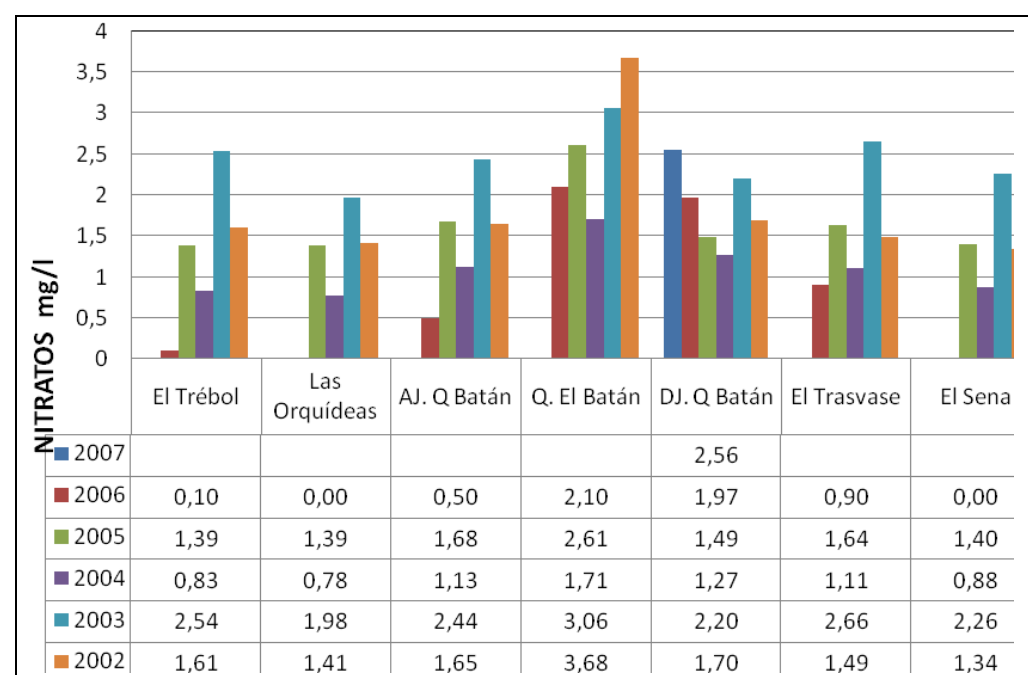
La cantidad de nitratos fluctuó en promedio entre 0,5 y 3 mg/l, con valores extremos de 13 mg/l. El TULAS establece un límite máximo de 10 mg/l. Los valores más altos fueron encontrados en las quebradas Shinshayacu y Ortega. Sin embargo, más del 95% de los valores obtenidos están dentro de la norma vigente. Los valores obtenidos en las mediciones realizadas en el 2011 muestran resultados esperados, estando igualmente dentro de la norma (ver Anexo 4).

Figura 7.173 Variación media de nitratos en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



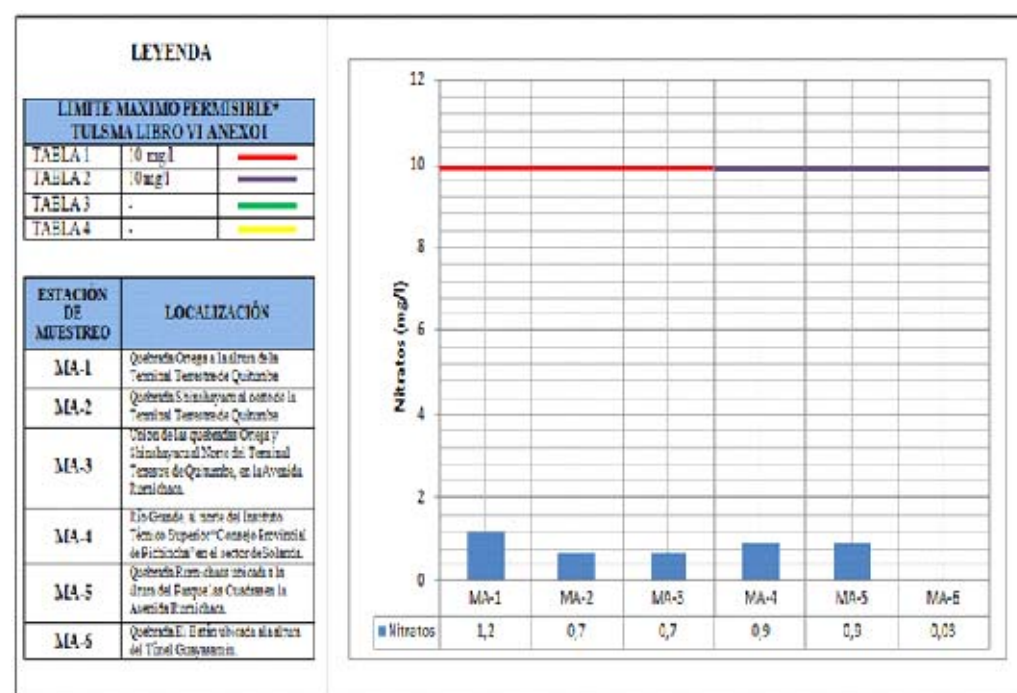
Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.174 Variación media de nitratos en los subsistemas del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q

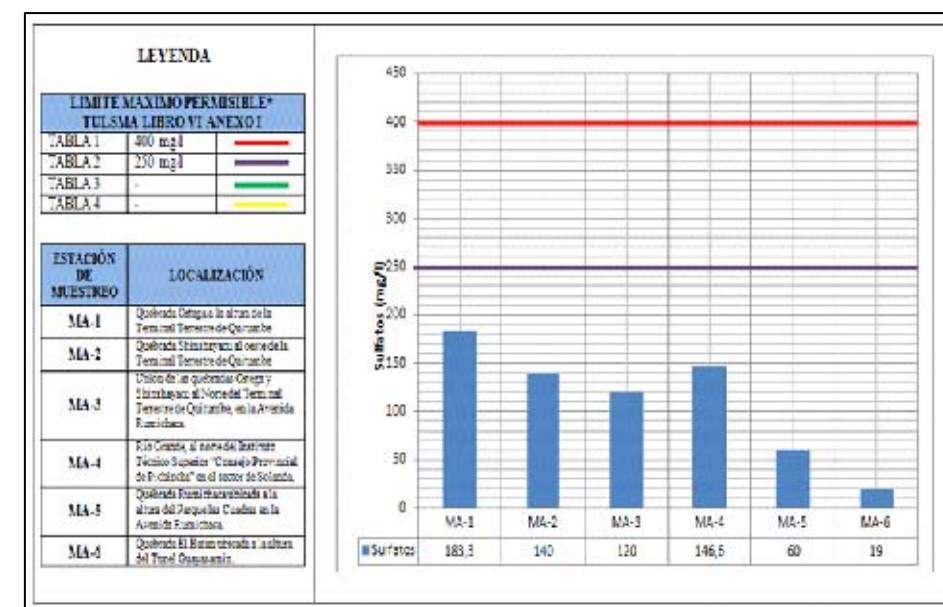
Figura 7.175 Nitratos medidos en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Sulfatos

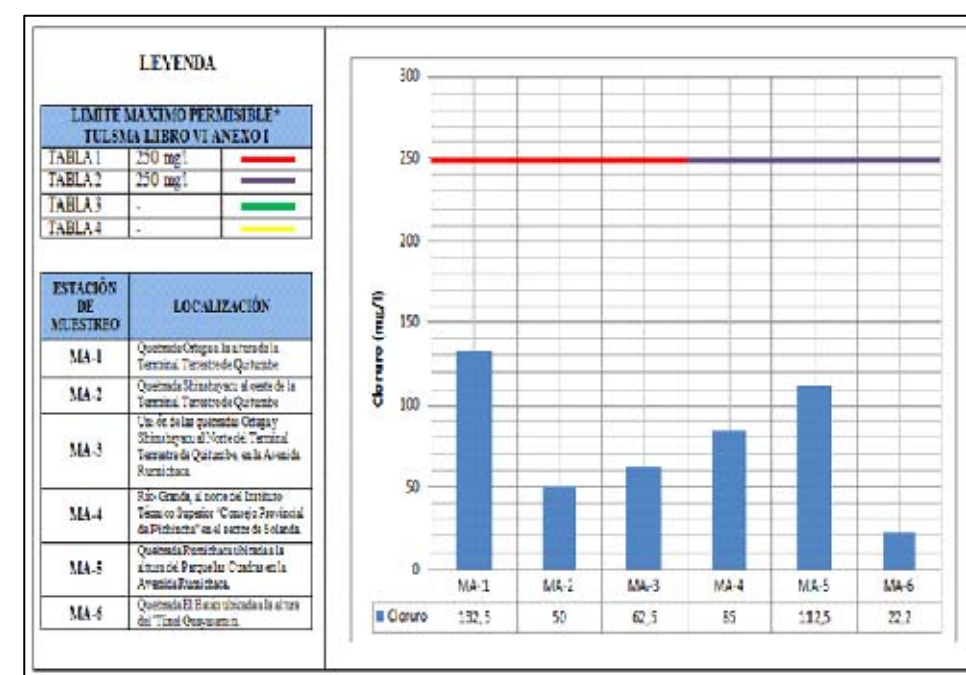
Figura 7.176 Sulfatos medidos en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Cloruros

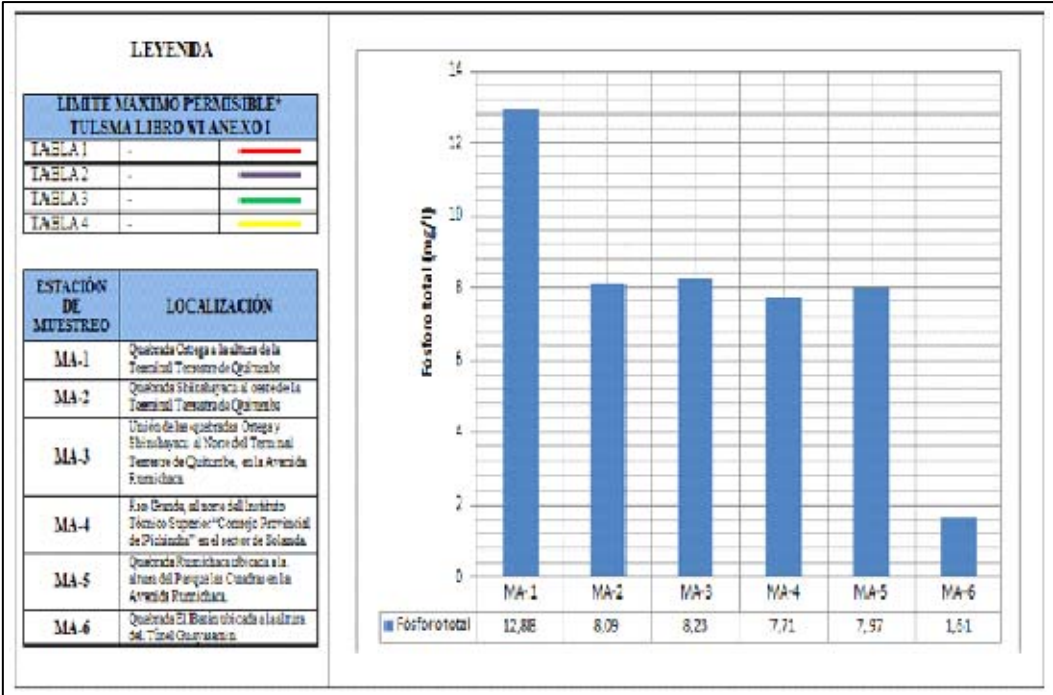
Figura 7.177 Cloruros medidos en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Fosforo total

Figura 7.178 Fósforo total medido en estaciones de muestreo

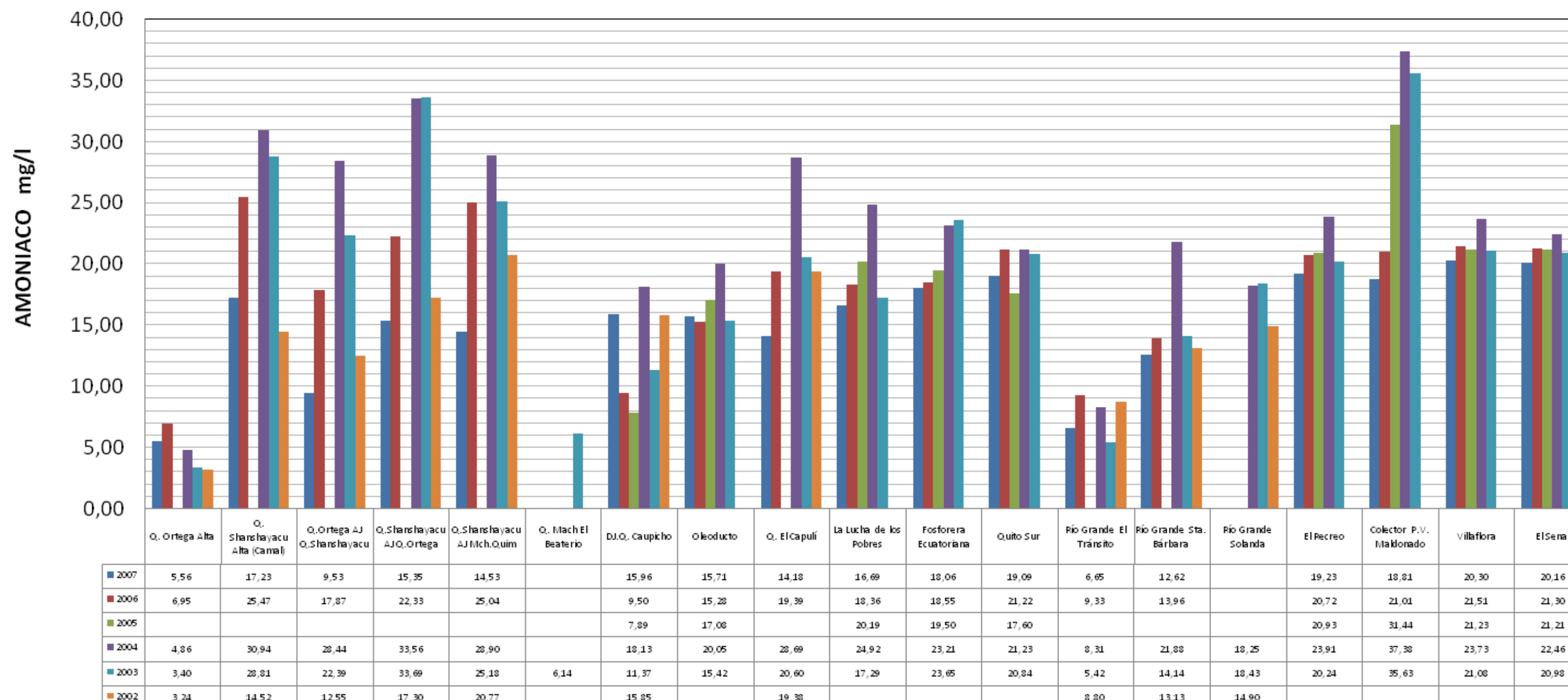


Fuente: Elaboración propia, 2011

Amoniaco

El amoniaco presentó valores entre 5 y 36 mg/l, valores que sobrepasan los máximos permisibles de las Tablas 1, 2 y 3 del Libro VI Anexo 1 del TULAS, que establece un valor máximo de 1 mg/l para uso doméstico y 0,02 para conservación de flora y fauna.

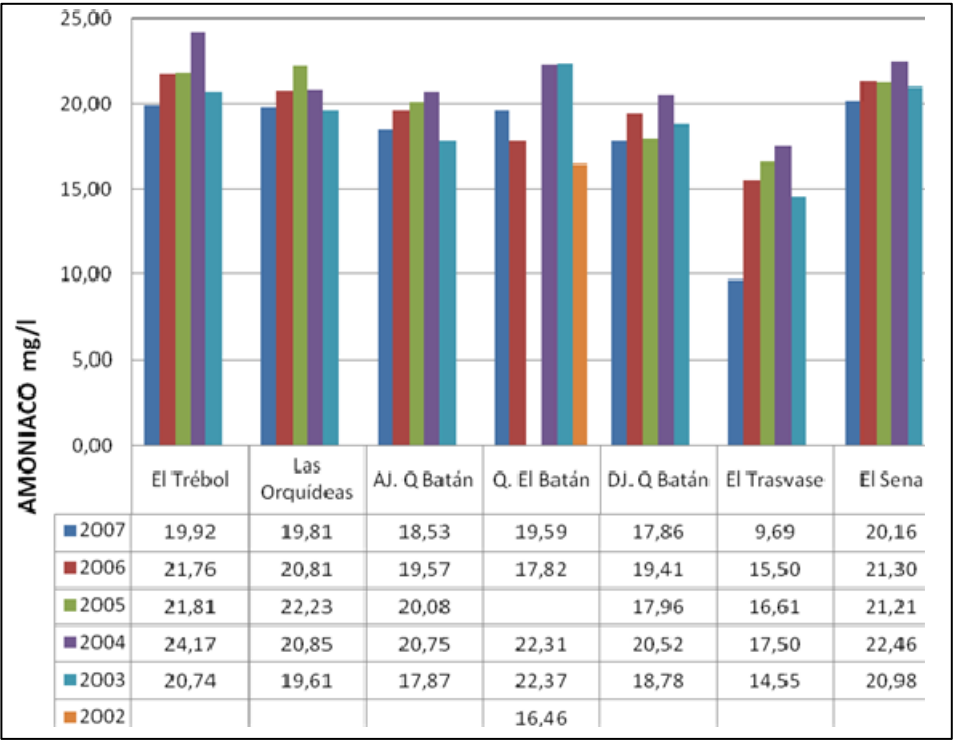
Figura 7.179 Variación media de amoníaco en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q



Figura 7.180 Variación media de amoníaco de los subsistemas del río Machángara.Años 2002-2007

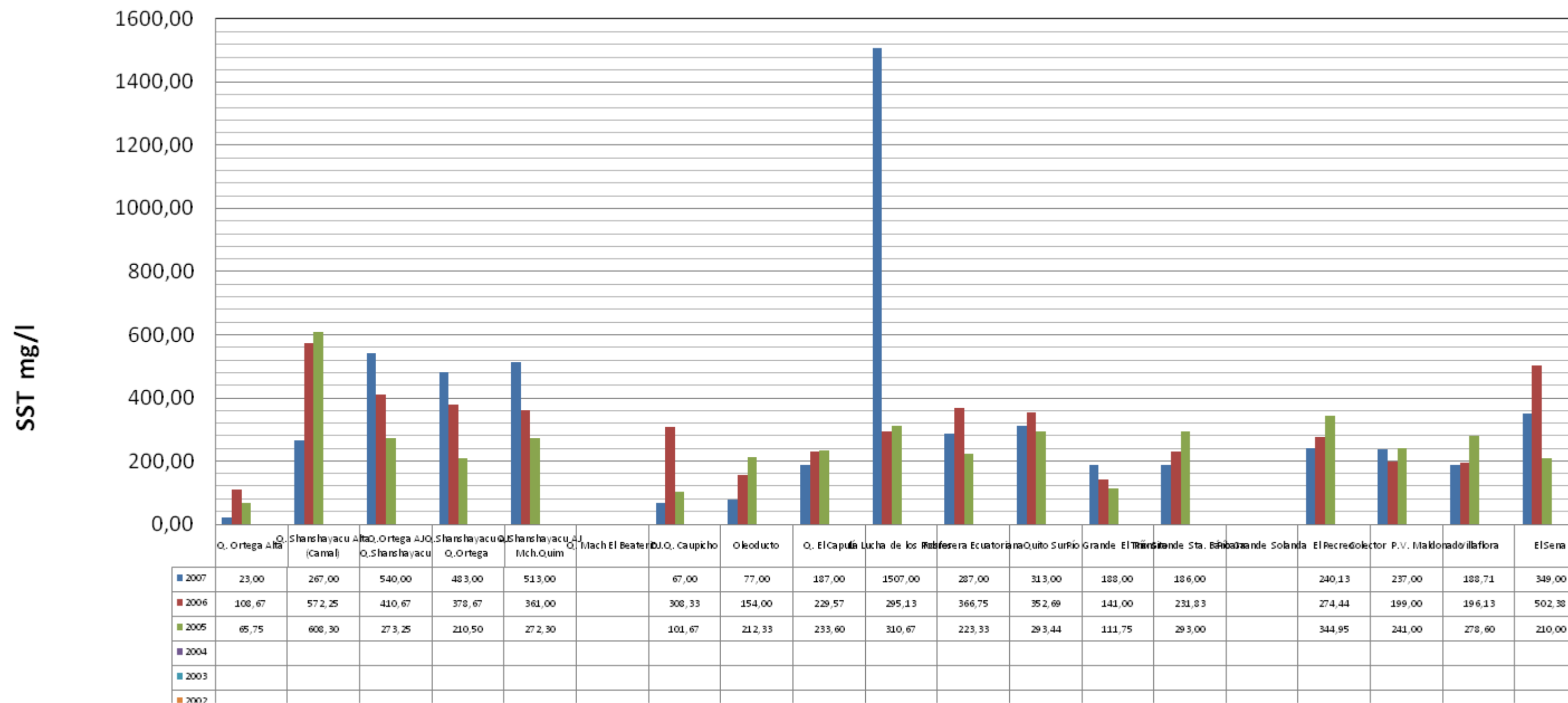


Fuente: EMAAP-Q

Sólidos suspendidos

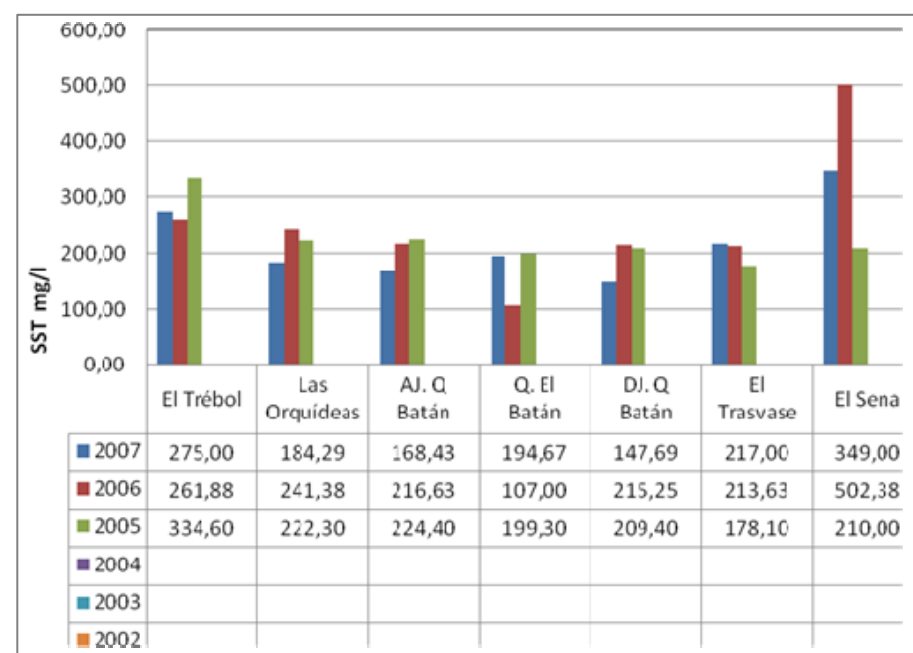
Los valores de sólidos suspendidos varían entre 20 y 600 mg/l, siendo la quebrada Shinshayacu Alta la que tiene los valores más altos entre los años 2002 y 2007. La quebrada La Lucha de los pobres, muestra un valor extremo de 1.507 mg/l (ver Anexo 5). Los valores obtenidos en las estaciones de muestreo en el año 2011 varían entre 30 y 350 mg/l.

Figura 7.181 Variación media de sólidos suspendidos totales en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



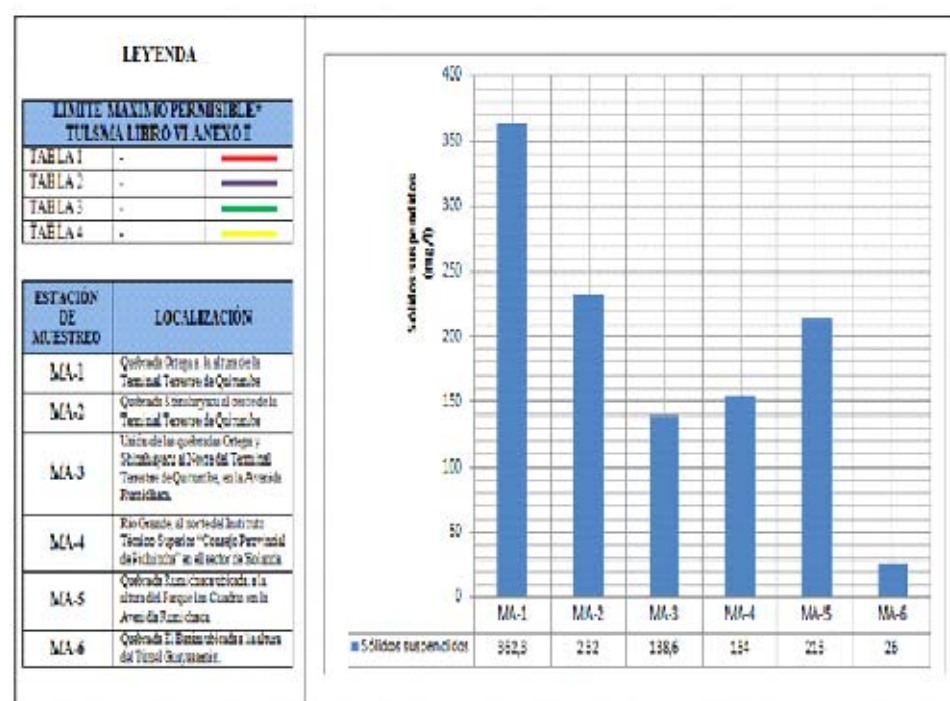
Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.182 Variación media de sólidos suspendidos totales en los subsistemas del río Machángara. Años 2002-2007



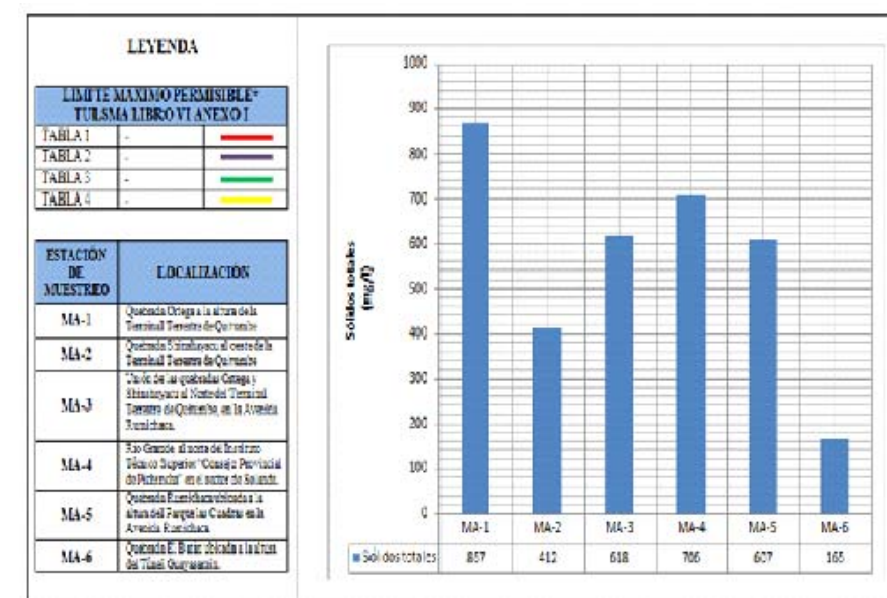
Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.183 Sólidos suspendidos totales medidos en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

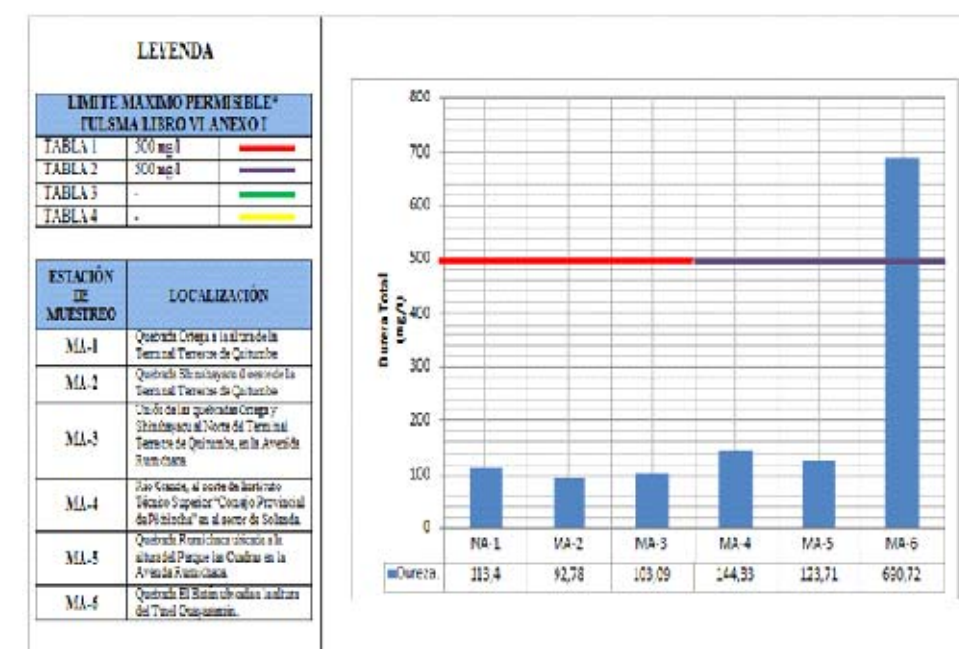
Figura 7.184 Sólidos totales medidos en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Dureza

Figura 7.185 Dureza medida en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

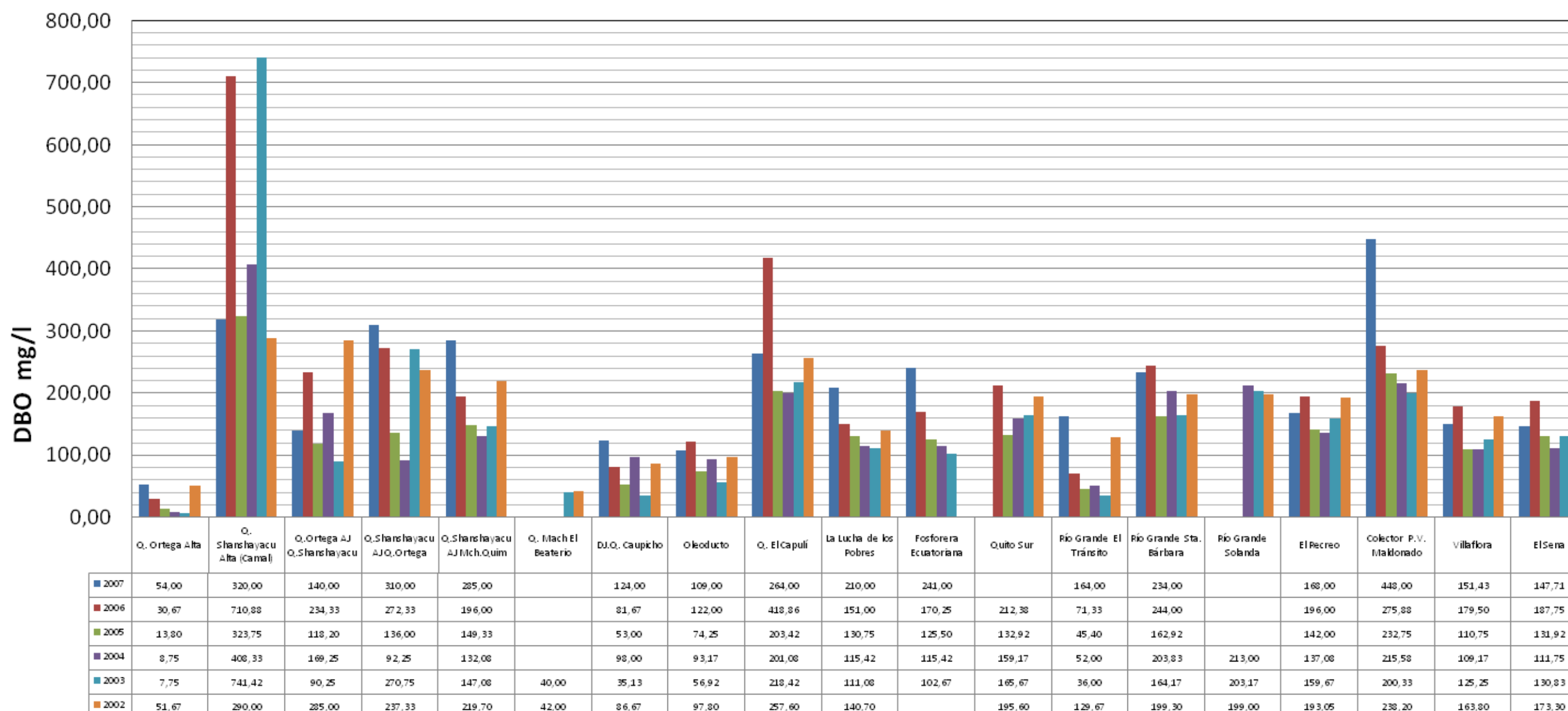


DBO₅

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua es necesaria para la oxidación bioquímica aeróbica de las sustancias orgánicas presentes en el agua, y por lo tanto la DBO₅ es un buen indicador de la calidad general del agua y concretamente de la contaminación orgánica. La demanda bioquímica de oxígeno, se presentó con un rango de 40 a 710 mg/l. Dichos valores superan notablemente los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, lo que indica que las aguas estudiadas presenta una alta contaminación orgánica, siendo la quebrada Shinshayacu la más contaminada como se muestra en la Figura 7.185 (ver Anexo 5).

Los resultados de los análisis realizados en el año 2011 muestran los valores esperados superando igualmente la normativa ambiental vigente.

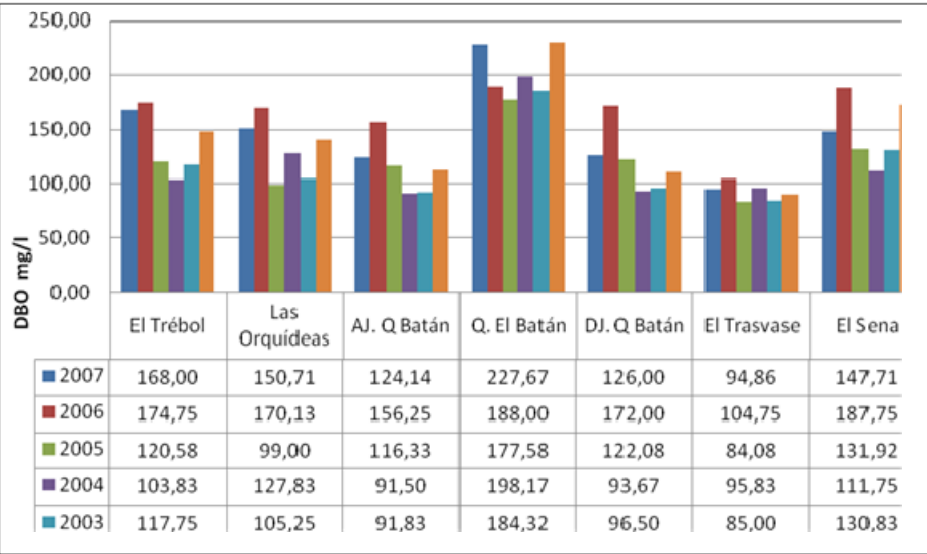
Figura 7.186 Variación media de DBO en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q

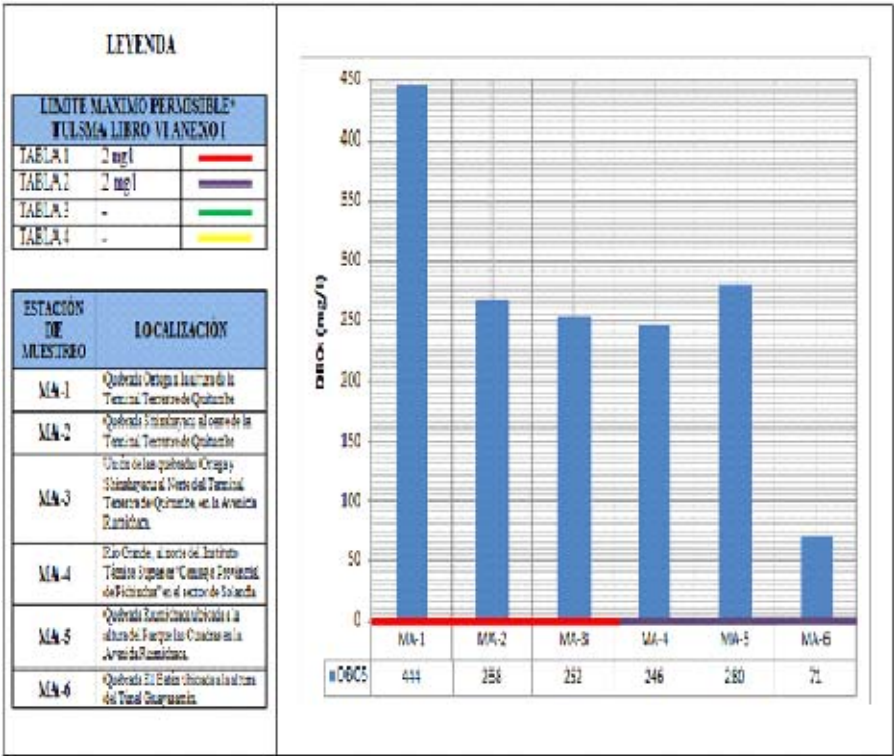


Figura 7.187Variación media de DBO en los subsistemas del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.188 DBO5 medido en estaciones de muestreo



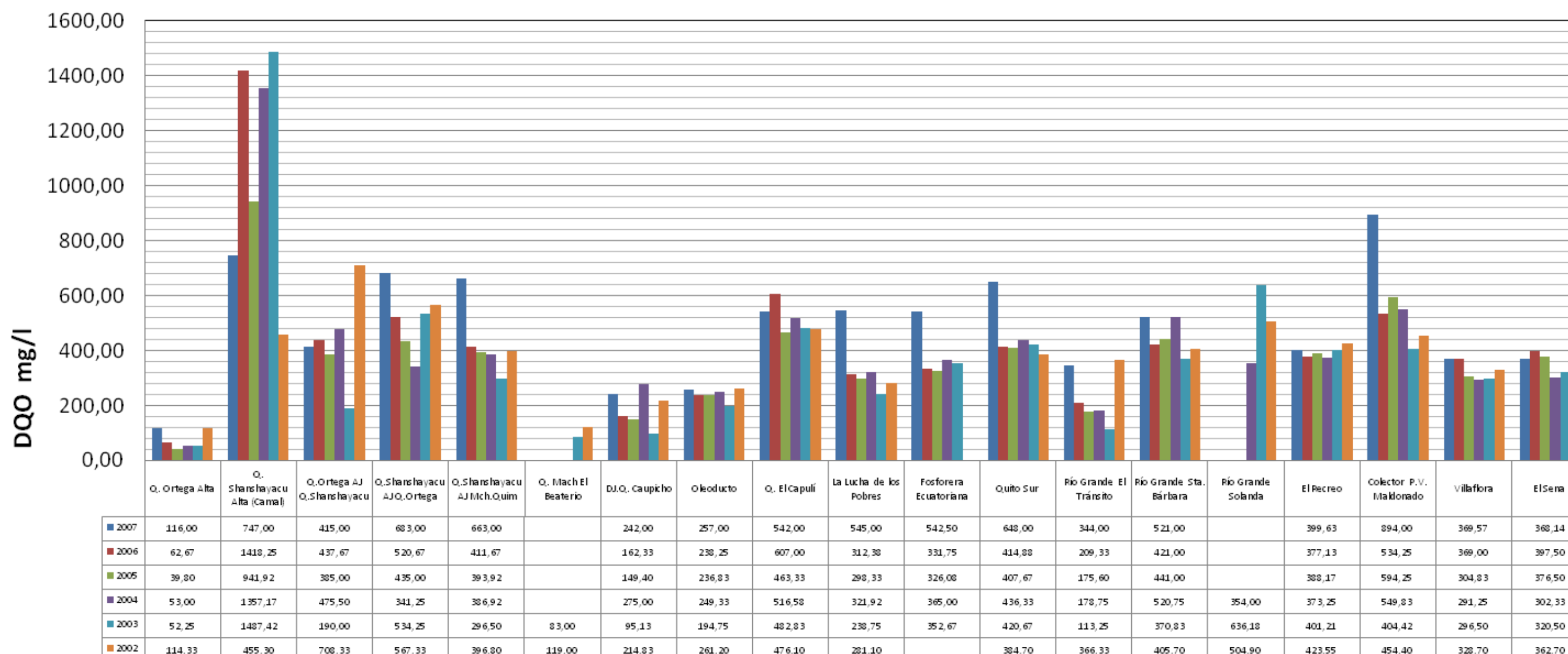
Fuente: Elaboración propia, 2011

DQO

La DQO que es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica oxidable, tanto la orgánica como la mineral. Los valores más altos corresponden a la quebrada Shinshayacu Alta y la quebrada el Batán. Los ríos presentaron valores entre 30 y 1.600 mg/l. Este último valor se presentó en la quebrada Shinshayacu Alta. Estos valores muestran la alta carga orgánica de los afluentes y subsistemas del río Machángara.

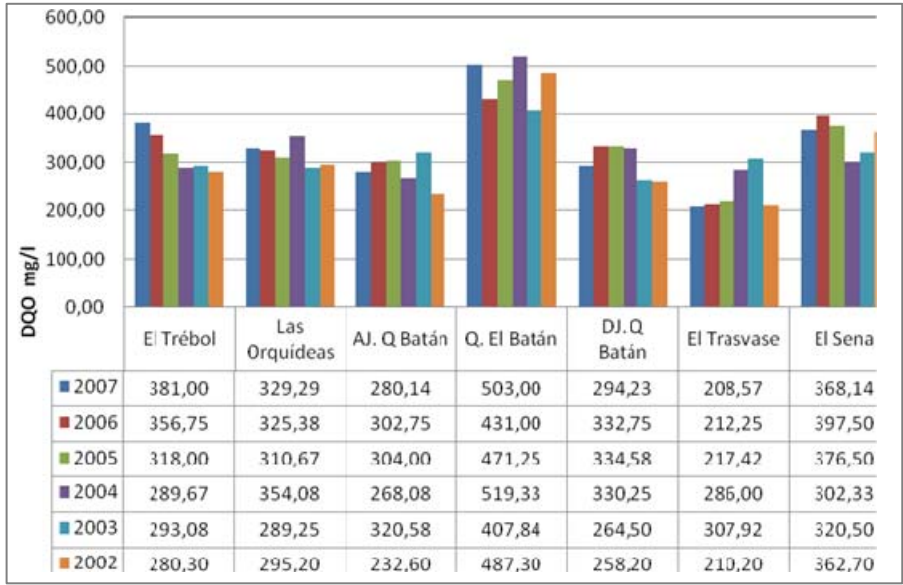
En cuanto a las muestras analizadas en el año 2011, los resultados oscilaron entre 100 y 800 mg/l.

Figura 7.189 Variación media de DQO en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



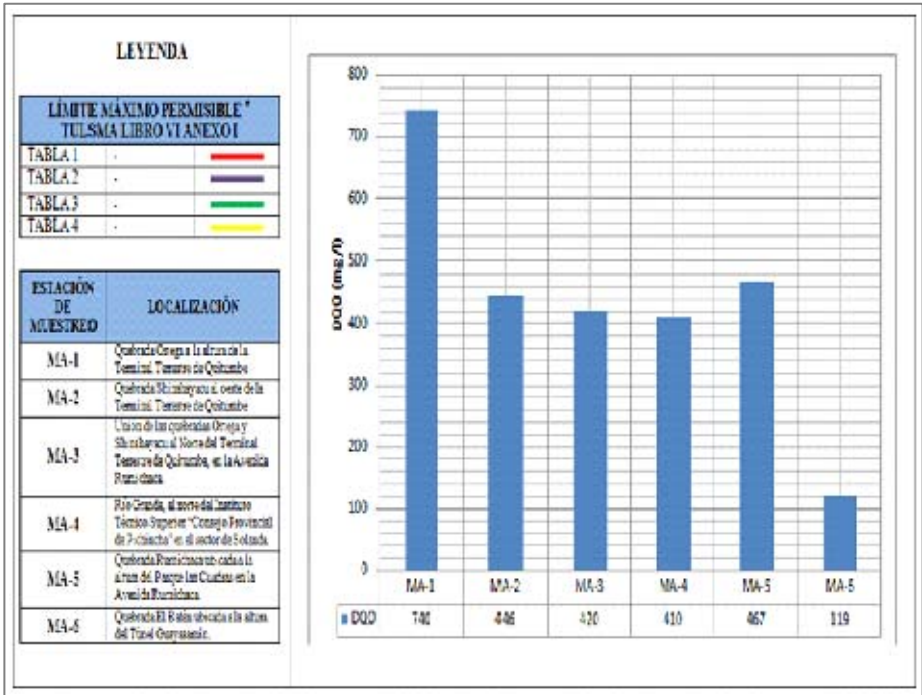
Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.190 Variación media de DQO en los subsistemas del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q

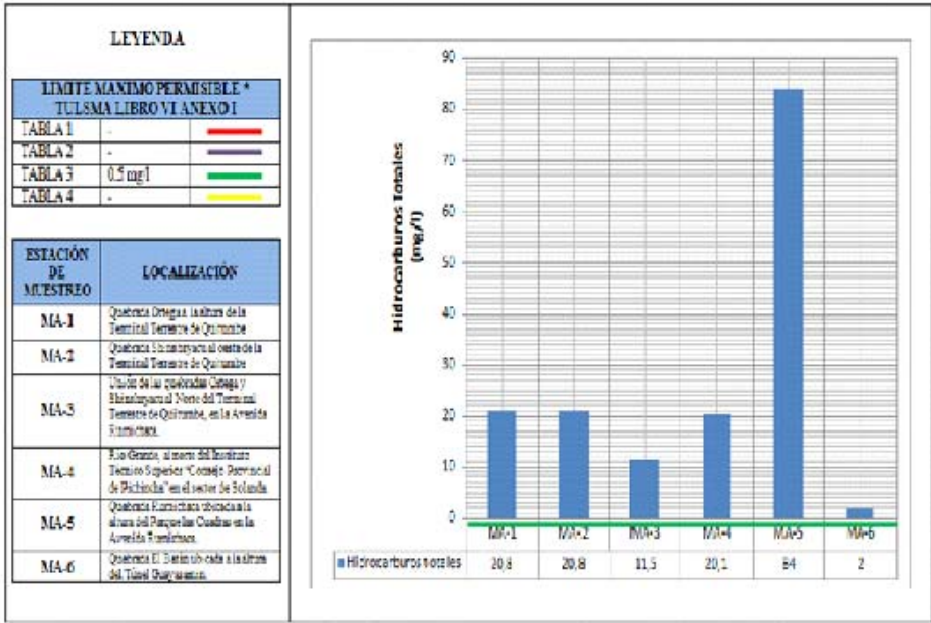
Figura 7.191 DQO medido en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Hidrocarburos totales

Figura 7.192 Hidrocarburos totales medidos en estaciones de muestreo



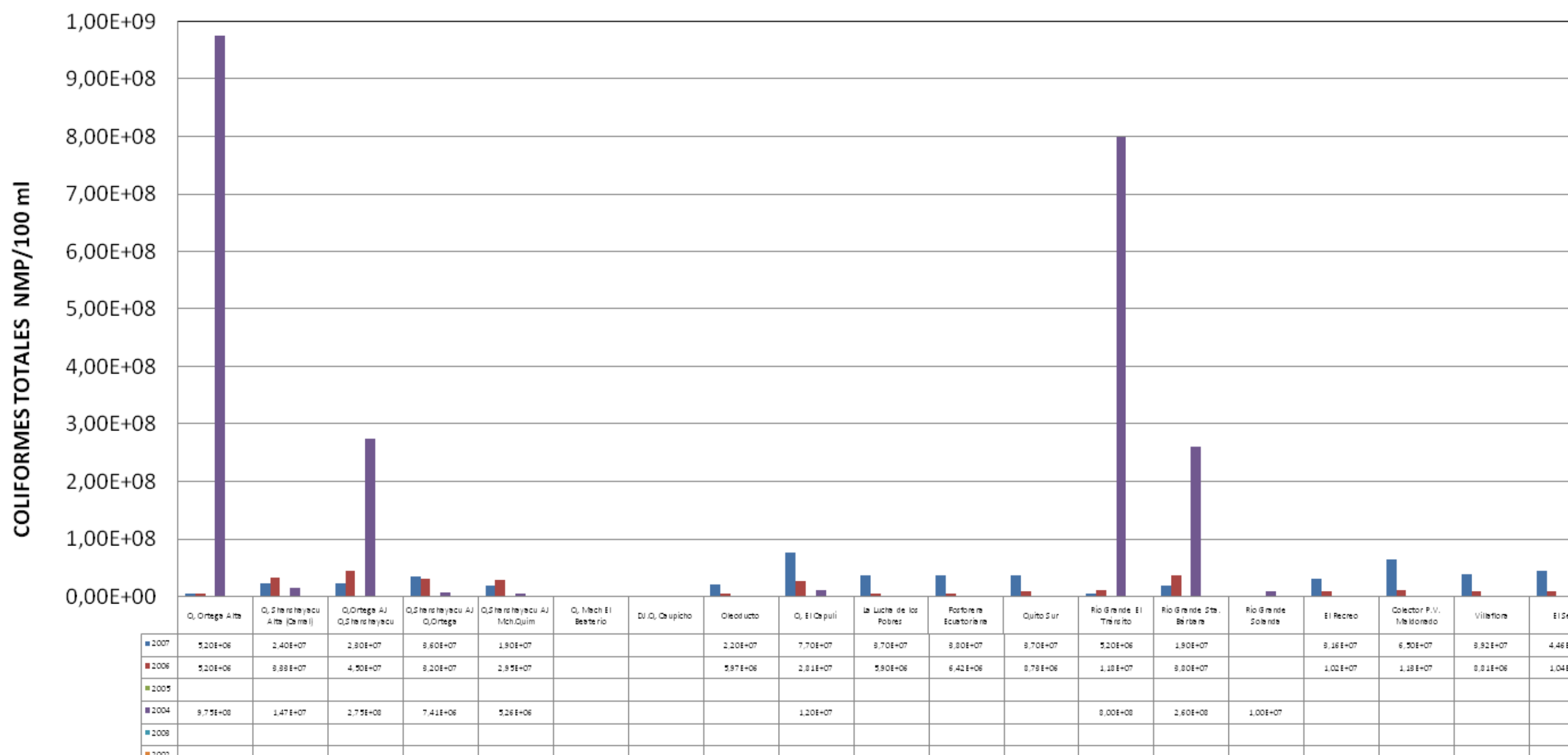
Fuente: Elaboración propia, 2011

Coliformes totales

Los coliformes totales son indicadores de contaminación de origen fecal y que determinan la calidad del agua. La normativa ambiental vigente estipula que el límite máximo permisible es de 3000 y 50 nmp/100ml en las Tablas 1 y 2 del Libro VI Anexo 1 respectivamente. Los valores obtenidos desde el año 2002 varían entre 105 y 109 nmp/100 ml, los cuales superan ampliamente los límites permisibles. La quebrada El Batán muestra los valores más altos de coliformes fecales (ver Anexo 5).

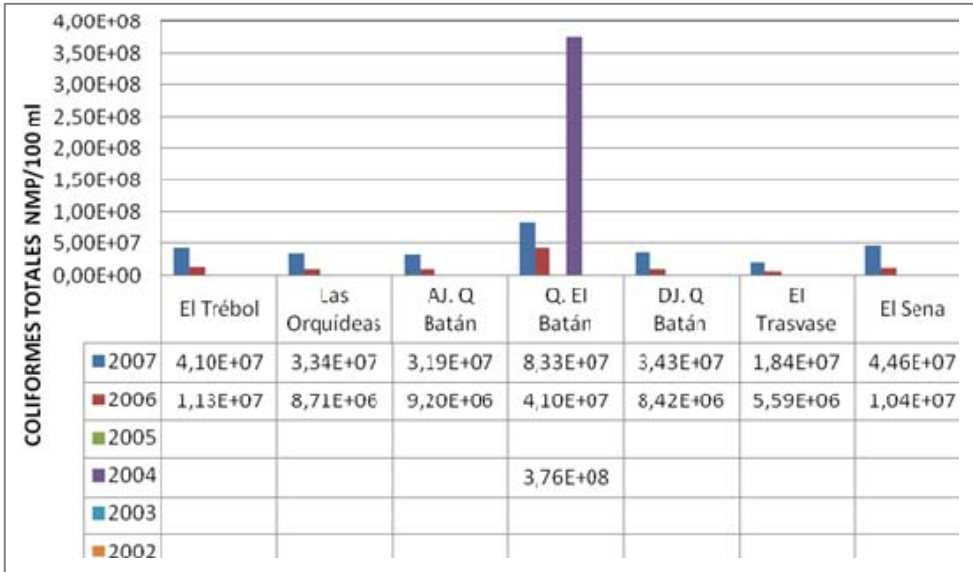
Los valores del muestreo en sitios estratégicos varían entre 200.000 y 100.000.000 nmp/100 ml que, igualmente están fuera de los límites permisibles.

Figura 7.193 Variación media de coliformes totales en las subcuencas afluentes del río Machángara. Años 2002-2007



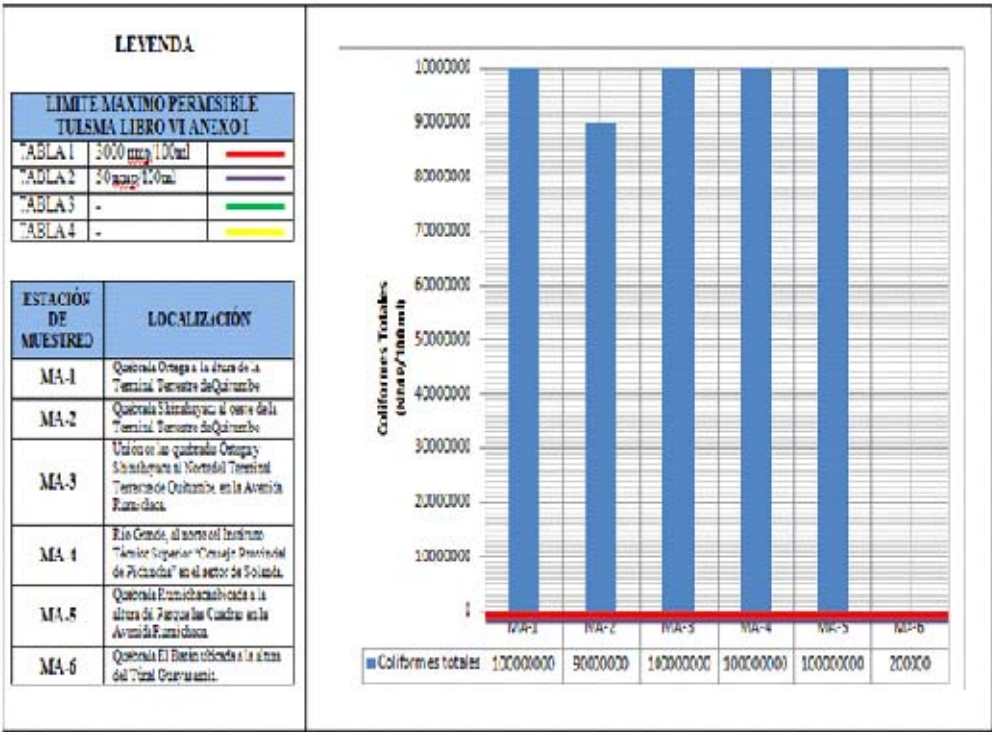
Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.194 Variación media de coliformes totales en los subsistemas del río Machángara. Años 2002-2007



Fuente: EMAAP-Q

Figura 7.195 Coliformes totales medidos en estaciones de muestreo

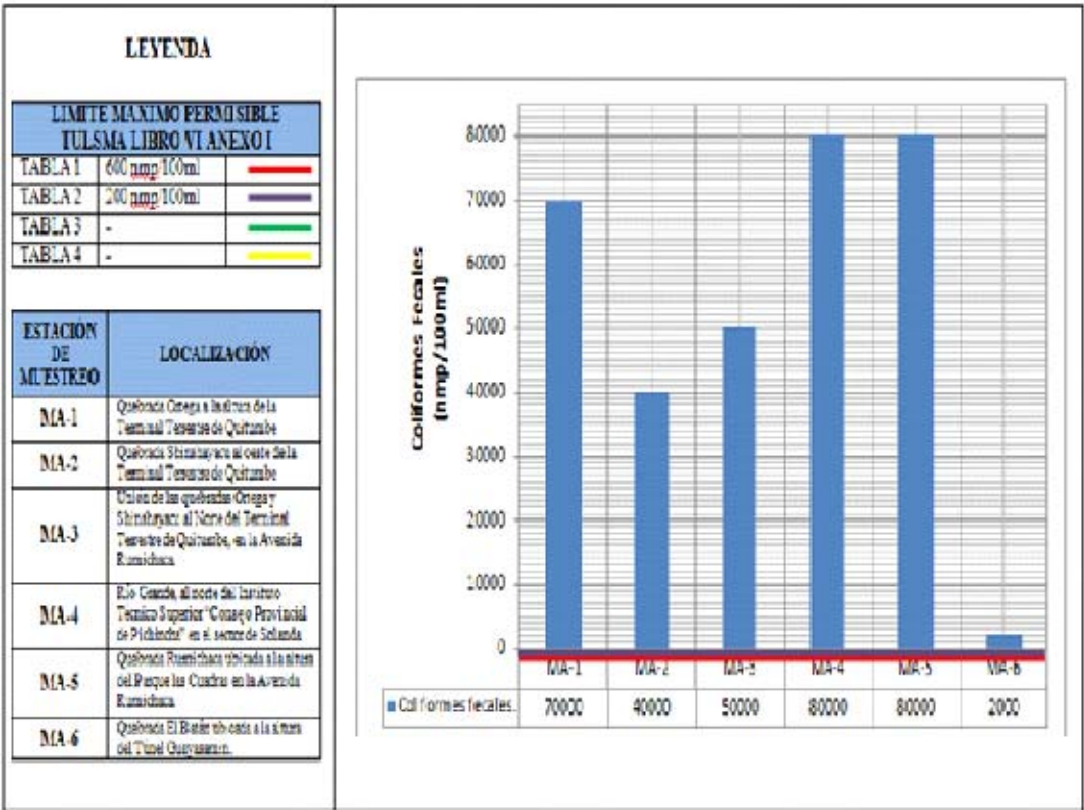


Fuente: Elaboración propia, 2011

Coliformes fecales

Los coliformes fecales son indicio de que la calidad de las aguas superficiales está siendo afectada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. El río Machángara recibe descargas de alcantarillado en todo su tramo, y por lo tanto, los valores obtenidos en los análisis de aguas, superan ampliamente los límites máximos permisibles contemplados en el Libro VI Anexo 1 del TULAS (ver Anexo 4).

Figura 7.196 Coliformes fecales medidos en estaciones de muestreo

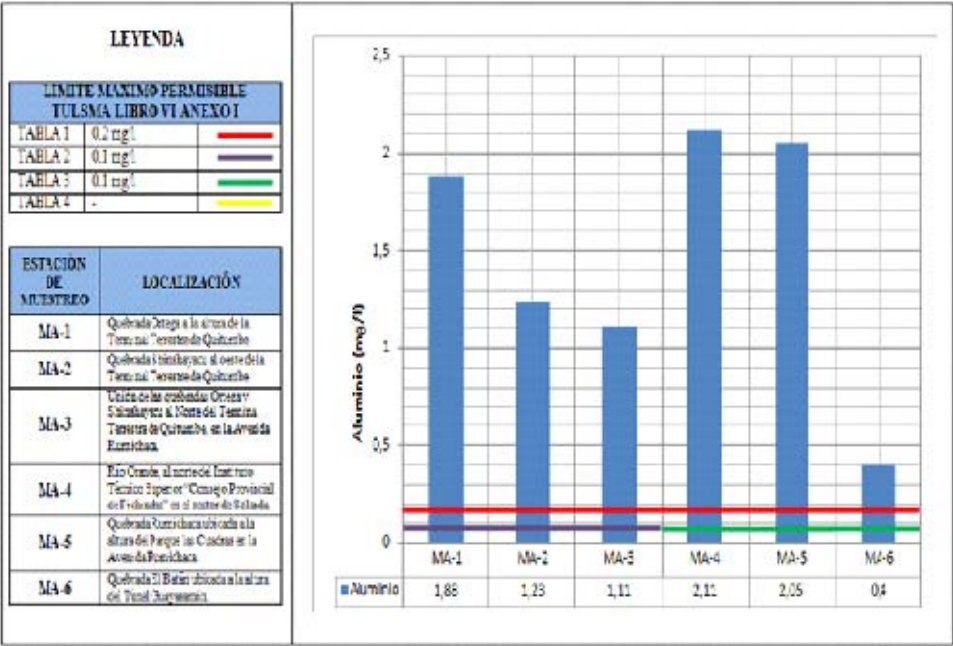


Fuente: Elaboración propia, 2011

Aluminio

El aluminio presentó concentraciones entre 0,4 y 2mg/l. Los valores obtenidos están fuera de la normativa ambiental vigente (ver Anexo 4).

Figura 7.197 Aluminio medido en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Antimonio

Los valores obtenidos en los análisis de agua (ver Anexo 4) fueron menores a 0,045 mg/l.

Figura 7.198 Antimonio medido en estaciones de muestreo

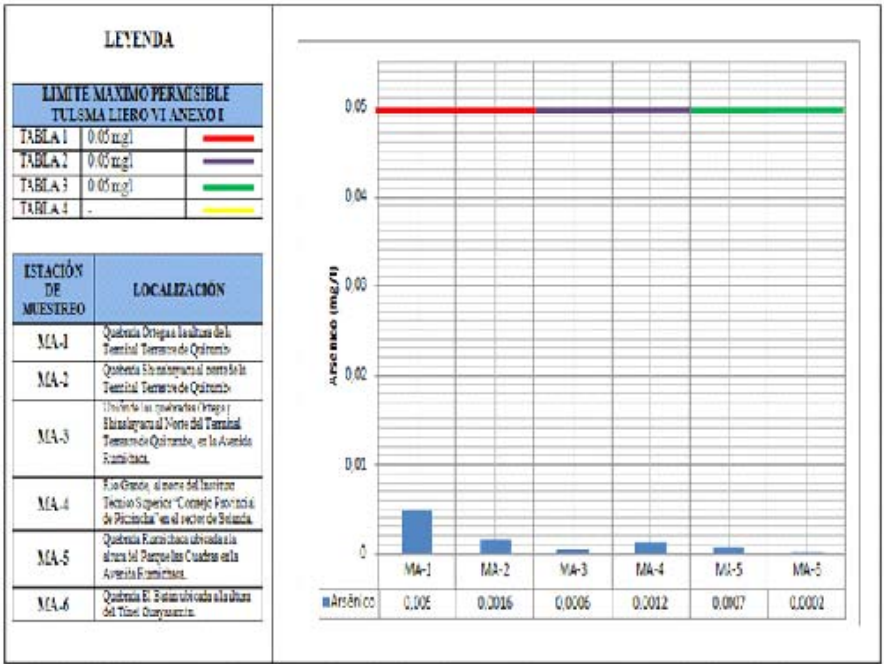


Fuente: Elaboración propia, 2011

Arsénico

Es conocido como tóxico, ya que afecta a la salud humana, produciendo daños al sistema nervioso y respiratorio, produce graves consecuencias en la piel, hígado y riñones. El TULAS en el Libro VI, Anexo 1, establece un límite máximo de 0,05 mg/l. Los valores obtenidos en el análisis de agua (ver Anexo 4) variaron entre 0,0002 y 0,005 mg/l estando dentro de la normativa ambiental vigente.

Figura 7.199 Arsénico medido en estaciones de muestreo

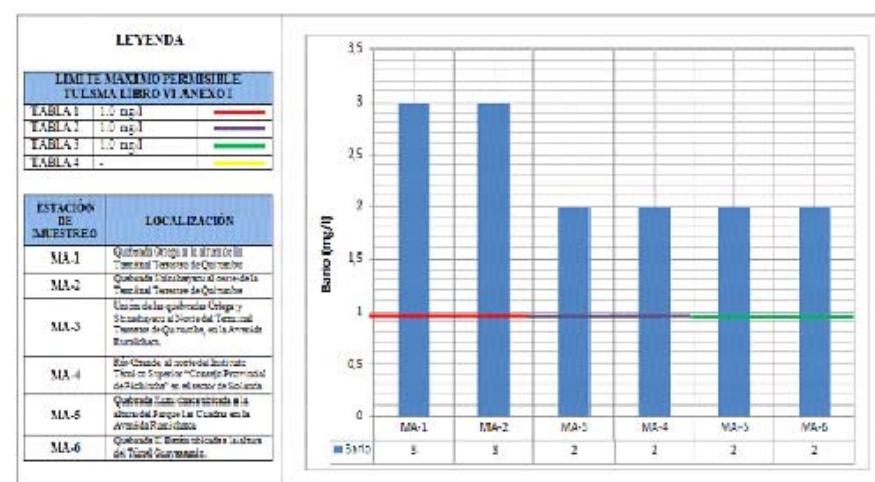


Fuente: Elaboración propia, 2011

Bario

Las concentraciones en las estaciones de muestreo variaron entre 2 y 3 mg/l, mientras que el límite máximo permisible establecido en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria es de 1 mg/l.

Figura 7.200 Bario medido en estaciones de muestreo

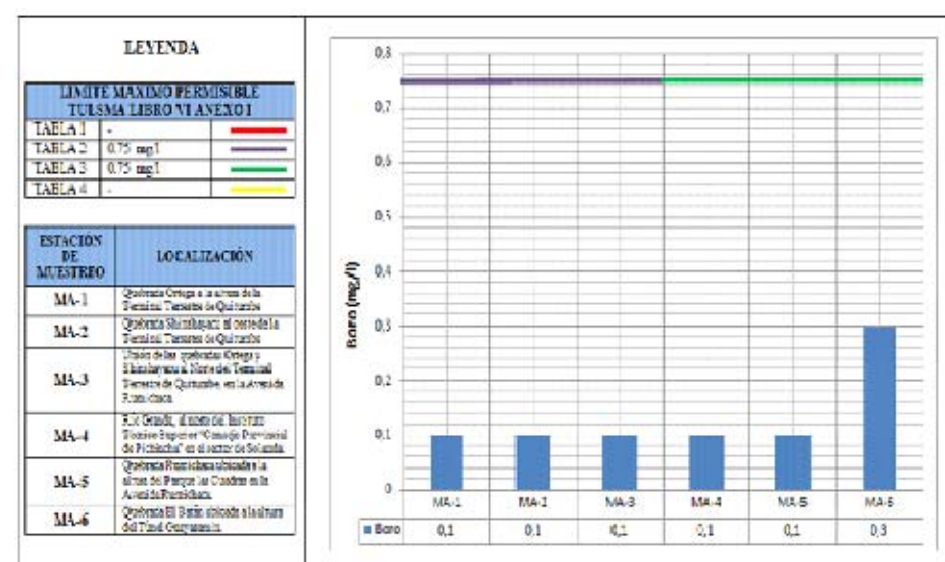


Fuente: Elaboración propia, 2011

Boro

El boro es esencial para los vegetales, sin embargo, presenta la característica de funcionalidad ambivalente, puesto que, por sobre un nivel crítico de disponibilidad en el agua de riego genera un efecto de toxicidad limitante al desarrollo de la especie. La normativa ambiental vigente establece un valor máximo de 0,75 mg/l. Los valores obtenidos de análisis se presentan entre 0,1 y 0,3 mg/l, cumpliendo con la normativa (ver Anexo 4).

Figura 7.201 Boro medido en estaciones de muestreo

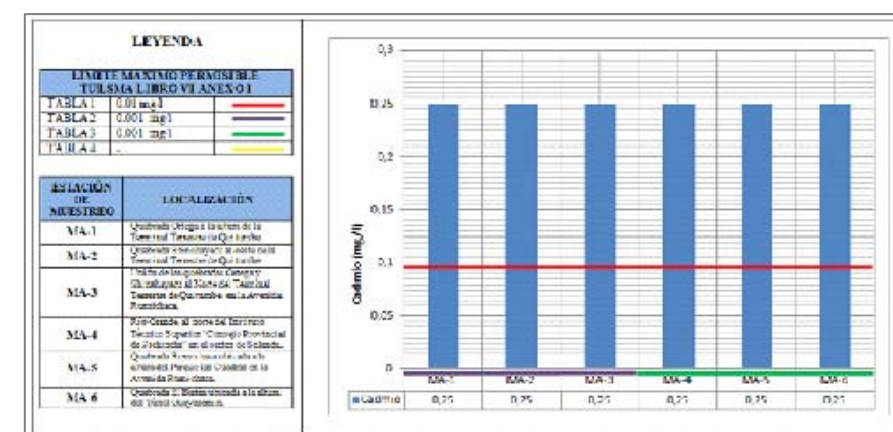


Fuente: Elaboración propia, 2011

Cadmio

Los valores obtenidos de cadmio presentaron valores menores a 0,25 mg/l (ver Anexo 4). Dichos valores se encuentran dentro de los límites permisibles del Libro VI Anexo 1 del TULAS.

Figura 7.202 Cadmio medido en estaciones de muestreo

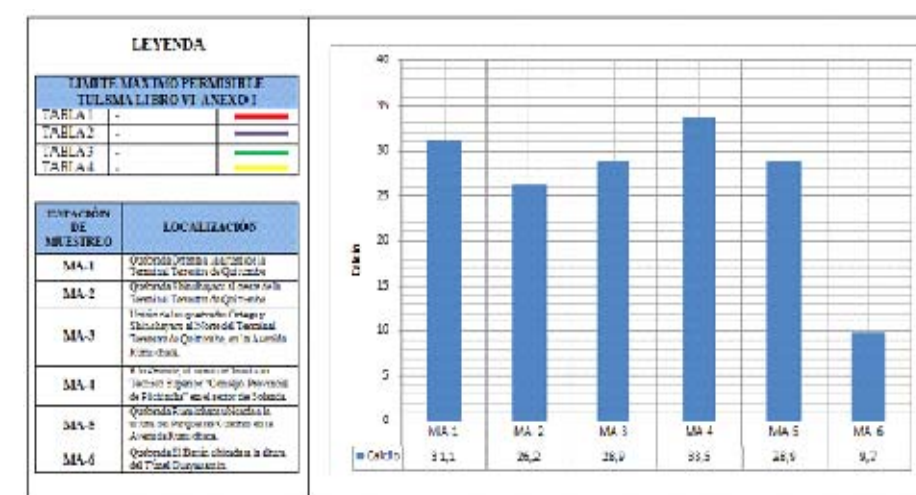


Fuente: Elaboración propia, 2011

Calcio

El ión calcio es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm. Los valores obtenidos fluctúan entre 9 y 35 mg/l.

Figura 7.203 Calcio medido en estaciones de muestreo

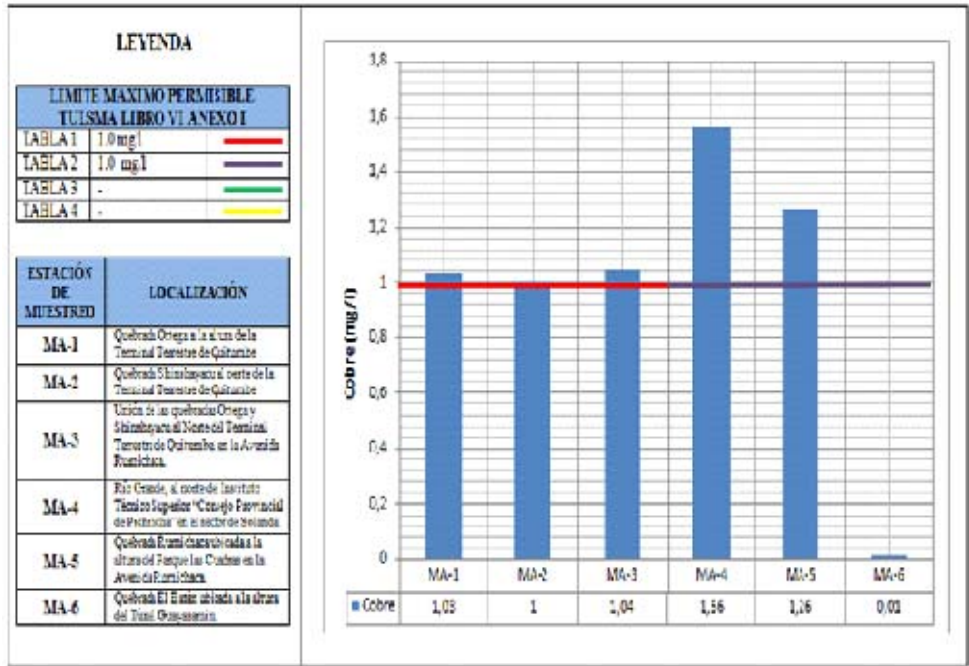


Fuente: Elaboración propia, 2011

Cobre

El cobre, siendo un metal esencial para los organismos, cuando sobrepasa ciertas concentraciones puede producir efectos tóxicos, principalmente trastornos gastrointestinales y hepáticos. El límite máximo permisibles establece un valor de 1,0 mg/l para consumo humano y uso doméstico y de 0,02 mg/l para la conservación de flora y fauna. Los valores obtenidos varían entre 0,1 y 1,6 mg/l cumpliendo con la normativa ambiental.

Figura 7.204 Cobre medido en estaciones de muestreo

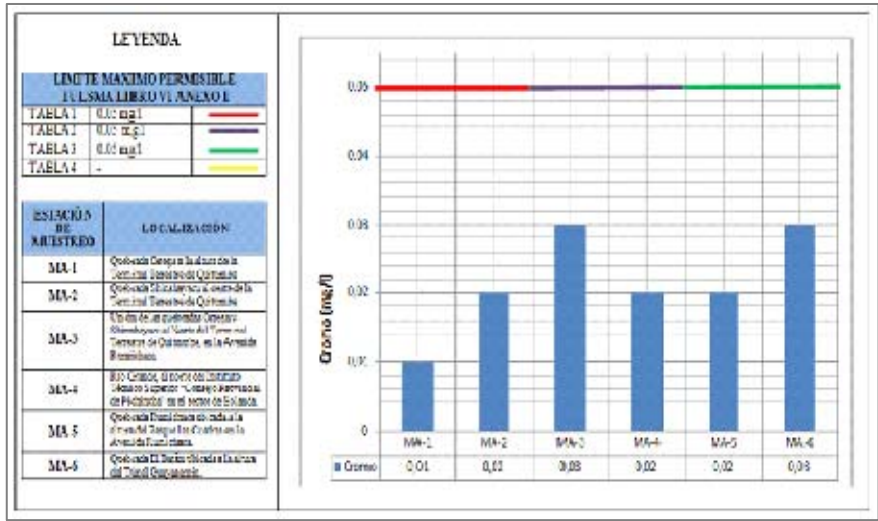


Fuente: Elaboración propia, 2011

Cromo

El TULAS establece como límite máximo permisible 0,05 mg/l de cromo hexavalente. Las concentraciones variaron entre 0,1 y 0,3 mg/l superando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente (ver Anexo 4).

Figura 7.205 Cromo medido en estaciones de muestreo

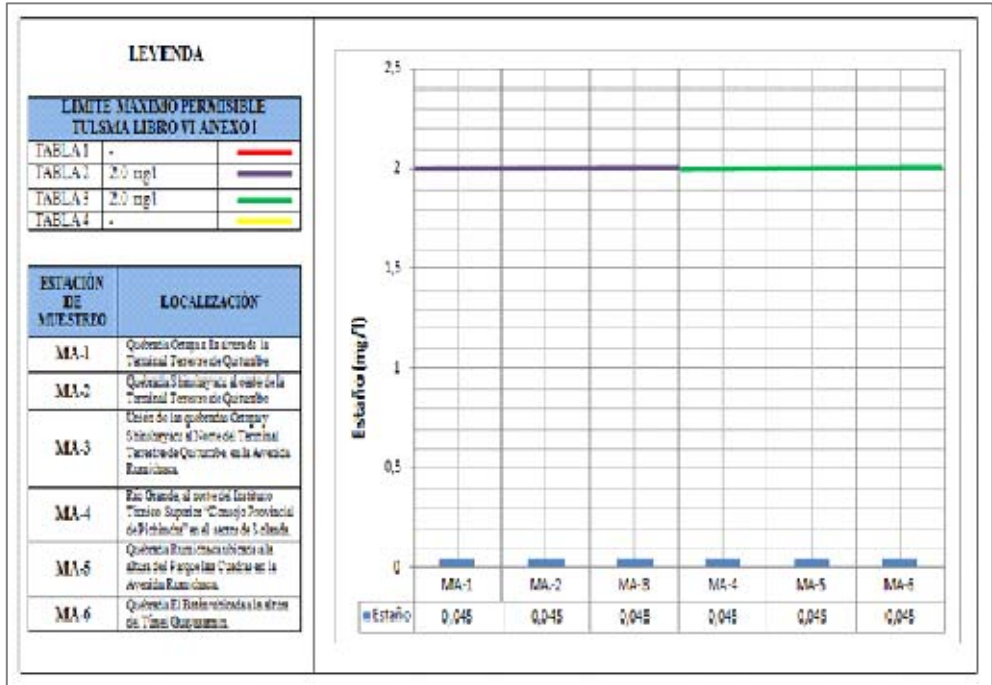


Fuente: Elaboración propia, 2011

Estaño

Los valores obtenidos de estaño presentaron valores menores a 0,045 mg/l (ver Anexo 4). Dichos valores se encuentran dentro de los límites permisibles del Libro VI Anexo 1 del TULAS (2 mg/l).

Figura 7.206 Estaño medido en estaciones de muestreo

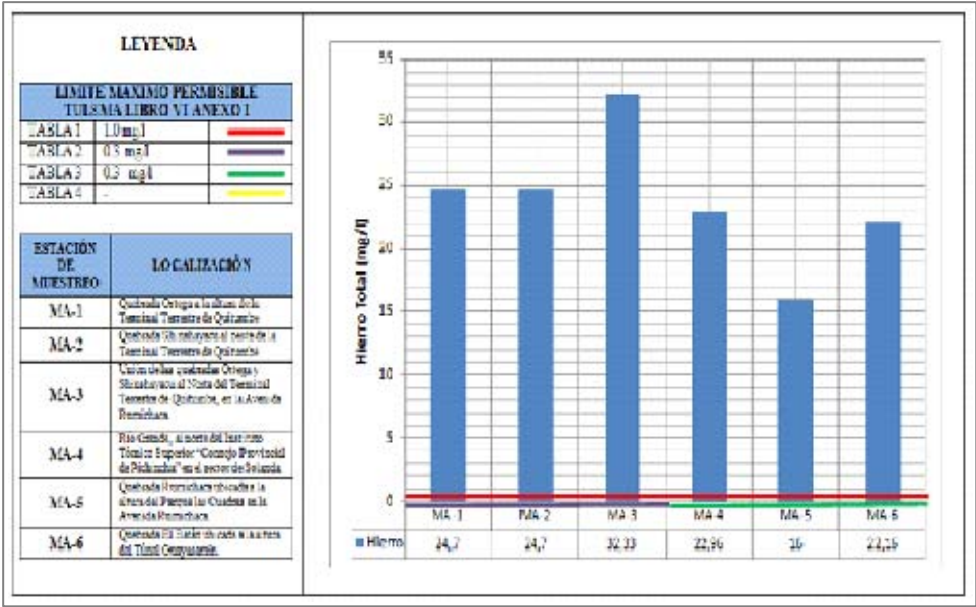


Fuente: Elaboración propia, 2011

Hierro

Las quebradas y ríos estudiados presentaron concentraciones de hierro que oscilaron entre los 15 y 35 mg/l. Las concentraciones superan los límites máximos permisibles del TULAS (0,3 mg/l). El hierro puede aparecer en el agua en sus distintos estados de oxidación, no se considera tóxico para el hombre aunque puede dar origen a problemas de olor o sabor, incluso a bajas concentraciones.

Figura 7.207 Hierro medido en estaciones de muestreo

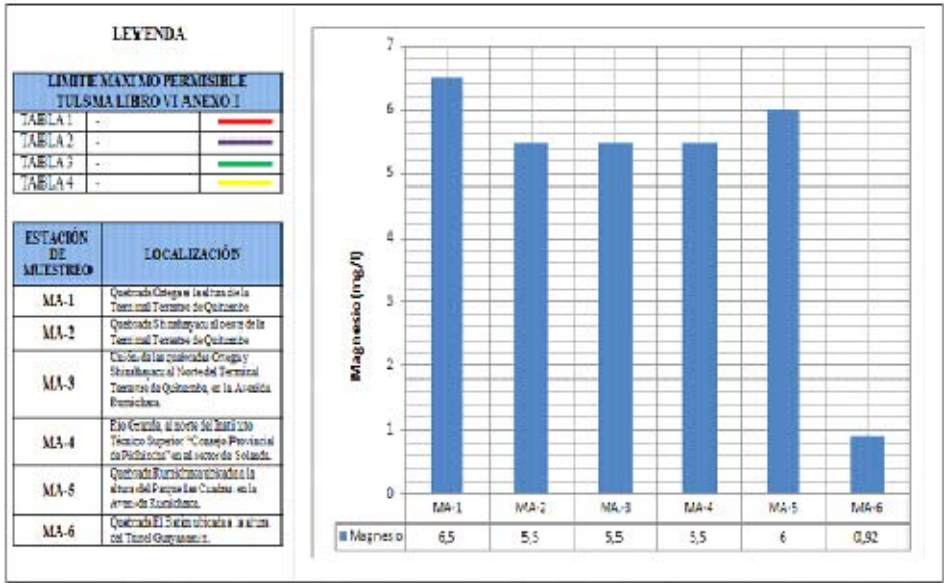


Fuente: Elaboración propia, 2011

Magnesio

La aparición del magnesio en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes. Contribuye a la dureza del agua y a pH alcalino y puede formar incrustaciones de hidróxido. Las concentraciones medidas en las quebradas y ríos estudiados fluctuaron entre 0,8 y 7 mg/l como se muestra en la Figura 7.207 y en el Anexo 4.

Figura 7.208 Magnesio medido en estaciones de muestreo

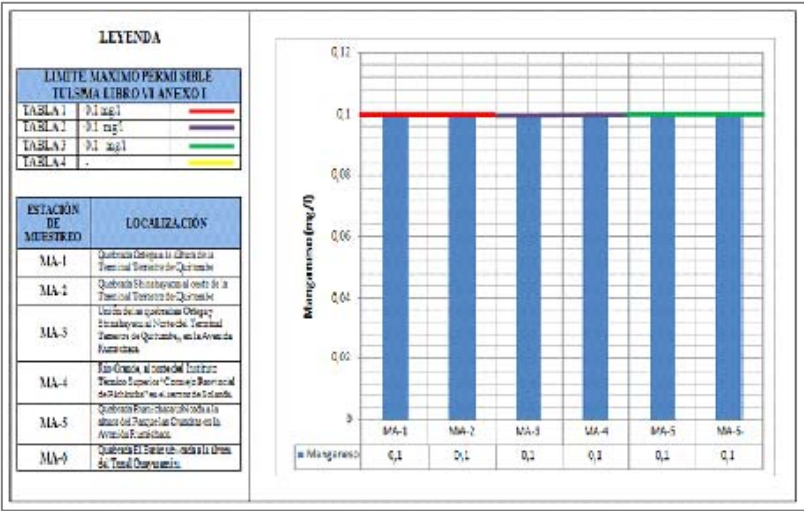


Fuente: Elaboración propia, 2011

Manganeso

La normativa ambiental (TULAS) establece como límite permisible 0,1 mg/l. Las concentraciones obtenidas en los afluentes de estudio presentaron 0,1 mg/l y cuyos valores se encuentran en los límites permisibles.

Figura 7.209 Manganeso medido en estaciones de muestreo

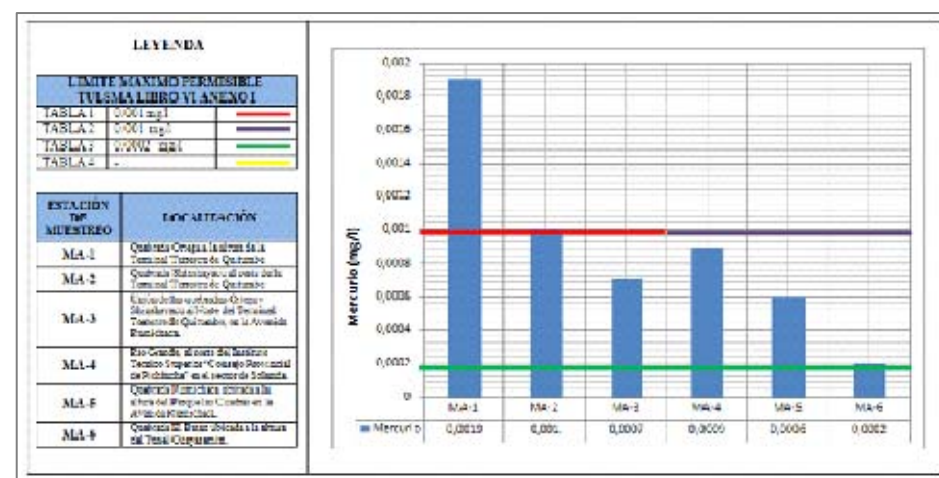


Fuente: Elaboración propia, 2011

Mercurio

Los valores de concentraciones de mercurio en los ríos y quebradas estudiadas oscilaron entre 0,0002 y 0,002, estando por debajo del límite máximo permisible establecido en el Libro VI Anexo 1 del TULAS, a excepción de la estación MA-1 que está fuera de la norma (ver Anexo 4).

Figura 7.210 Mercurio medido en estaciones de muestreo

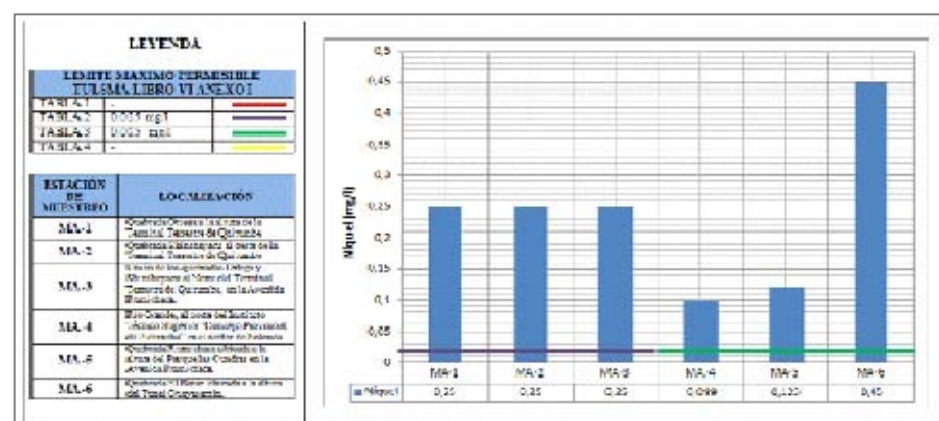


Fuente: Elaboración propia, 2011

Níquel

Los valores de níquel en los ríos y quebradas estudiadas presentaron valores menores a 0,25 mg/l, estando por encima del límite máximo permisible establecido en el Libro VI Anexo 1 del TULAS (0,025 mg/l) (ver Anexo 4).

Figura 7.211 Níquel medido en estaciones de muestreo

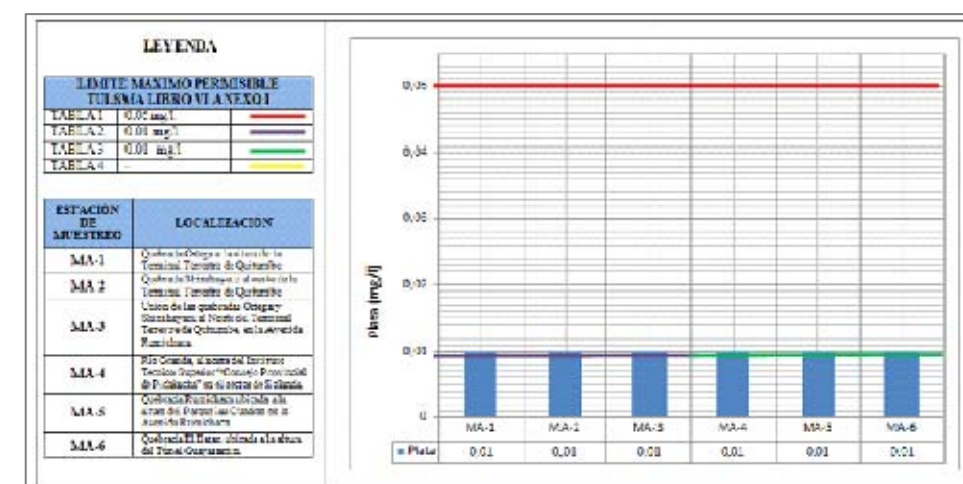


Fuente: Elaboración propia, 2011

Plata

Las concentraciones de plata presentaron valores menores a 0,01. Los valores obtenidos están por debajo de la normativa ambiental vigente (ver Anexo 4).

Figura 7.212 Plata medida en estaciones de muestreo

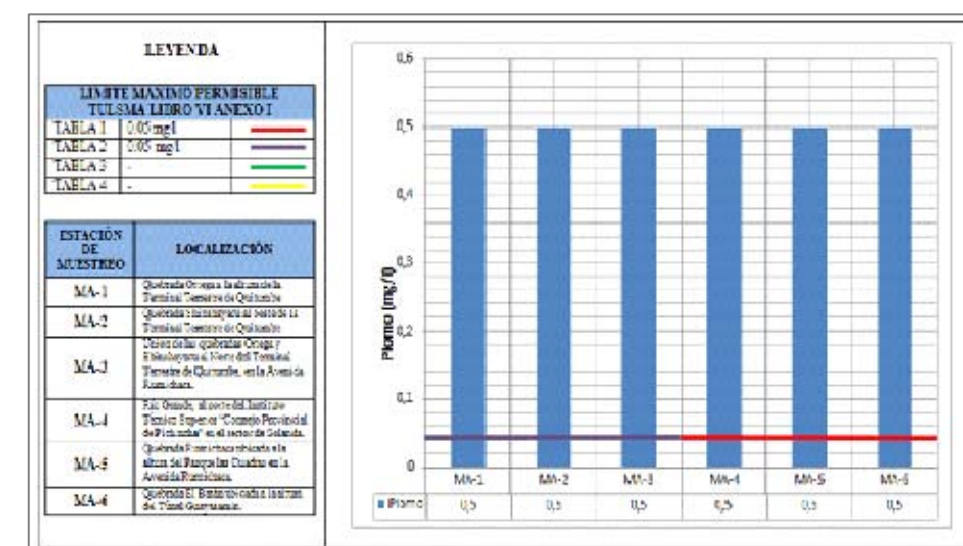


Fuente: Elaboración propia, 2011

Plomo

El plomo presentó concentraciones inferiores a 0,5 mg/l. Los valores obtenidos están por encima de la normativa ambiental vigente que establece un valor máximo de 0,05 mg/l (ver Anexo 4).

Figura 7.213 Plomo medido en estaciones de muestreo

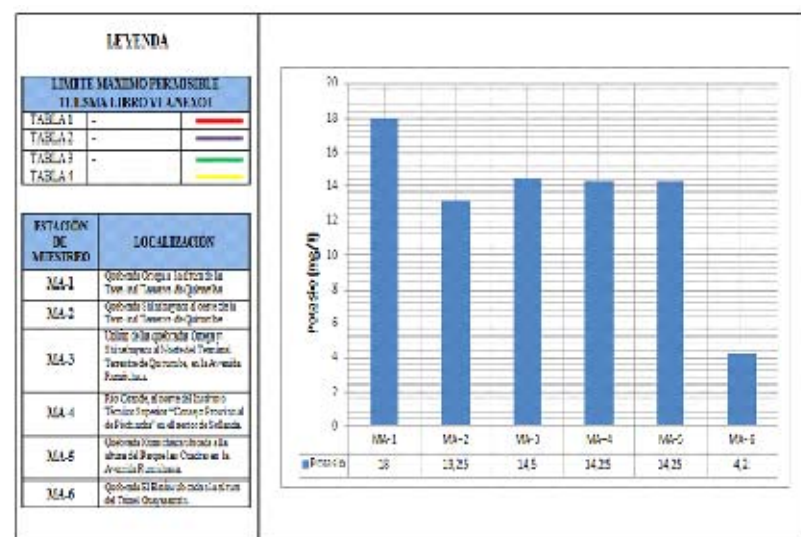


Fuente: Elaboración propia, 2011

Potasio

El ión potasio corresponde a sales de muy alta solubilidad y difíciles de precipitar. Las aguas dulces no suelen tener más de 10 ppm y el agua de mar alrededor de 400 ppm. El potasio presentó concentraciones entre 4 y 18 mg/l.

Figura 7.214 Potasio medido en estaciones de muestreo

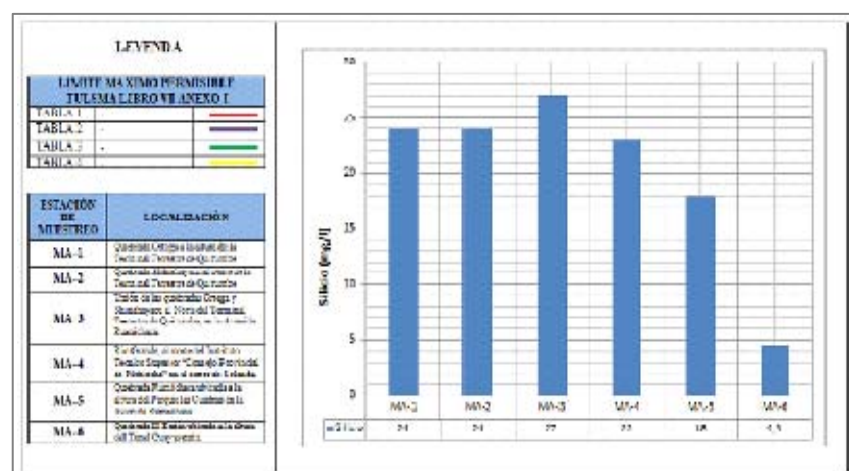


Fuente: Elaboración propia, 2011

Silicio

Las concentraciones de silicio oscilaron entre 5 y 30 mg/l (ver Anexo 4).

Figura 7.215 Silicio medido en estaciones de muestreo

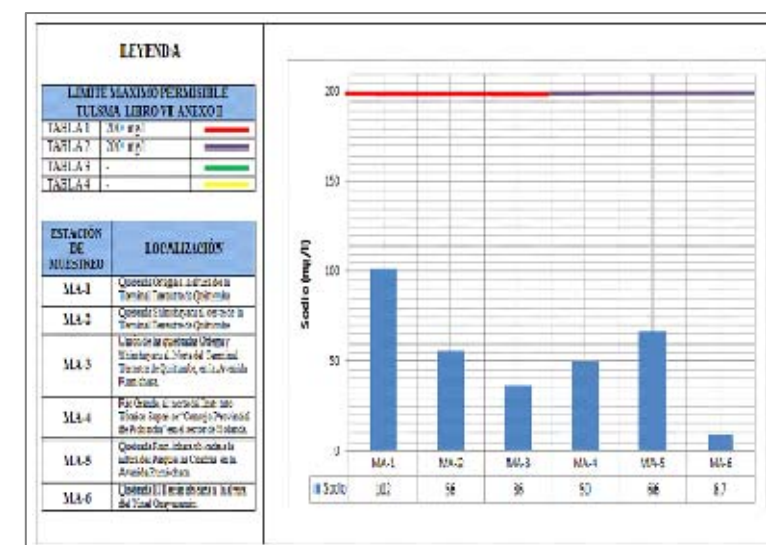


Fuente: Elaboración propia, 2011

Sodio

El ión sodio corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar, suele estar asociado al ión cloruro. El sodio presentó concentraciones entre 8 y 100 mg/l. Los valores obtenidos están por debajo de la normativa ambiental vigente (ver Anexo 4).

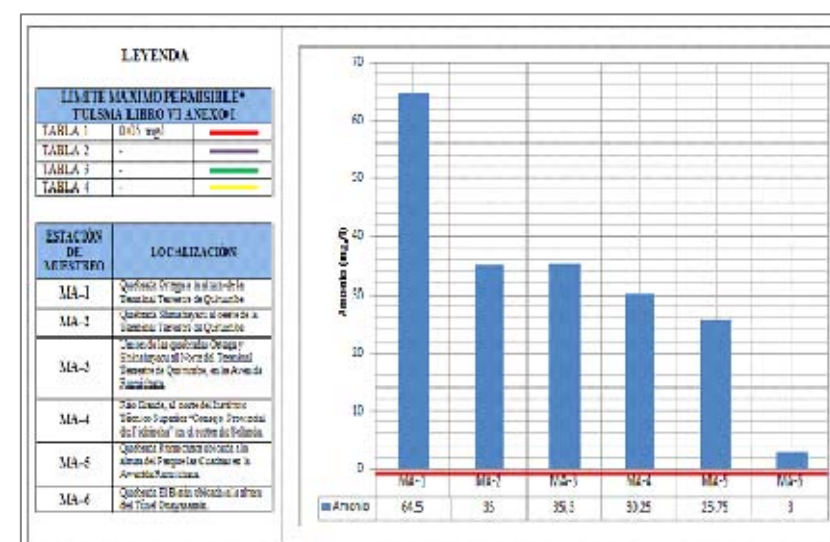
Figura 7.216 Sodio medido en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

Amonio

Figura 7.217 Amonio medido en estaciones de muestreo



Fuente: Elaboración propia, 2011

7.1.14. Paisaje

Delimitación y descripción ámbito de estudio

El ámbito de estudio se define a partir de consideraciones paisajísticas, visuales y territoriales, incluyendo unidades de paisaje con independencia de cualquier límite administrativo.

La delimitación del ámbito del estudio de la línea base de paisaje se basa en el concepto de cuenca visual. Se entiende por cuenca visual aquella parte del territorio desde donde es visible la actuación y que se percibe espacialmente como una unidad definida generalmente por la topografía (o por “obstáculos visuales artificiales”) y la distancia. La cuenca visual puede contener una o varias unidades de paisaje.

La delimitación de la cuenca visual de la actuación se realiza mediante un modelo digital del terreno (MDT) en los alrededores de la misma y la aplicación de técnicas de información geográfica (SIG) a dicho modelo para delimitar las áreas desde las cuales la actuación será visible y las áreas desde las cuales el área no será visible.

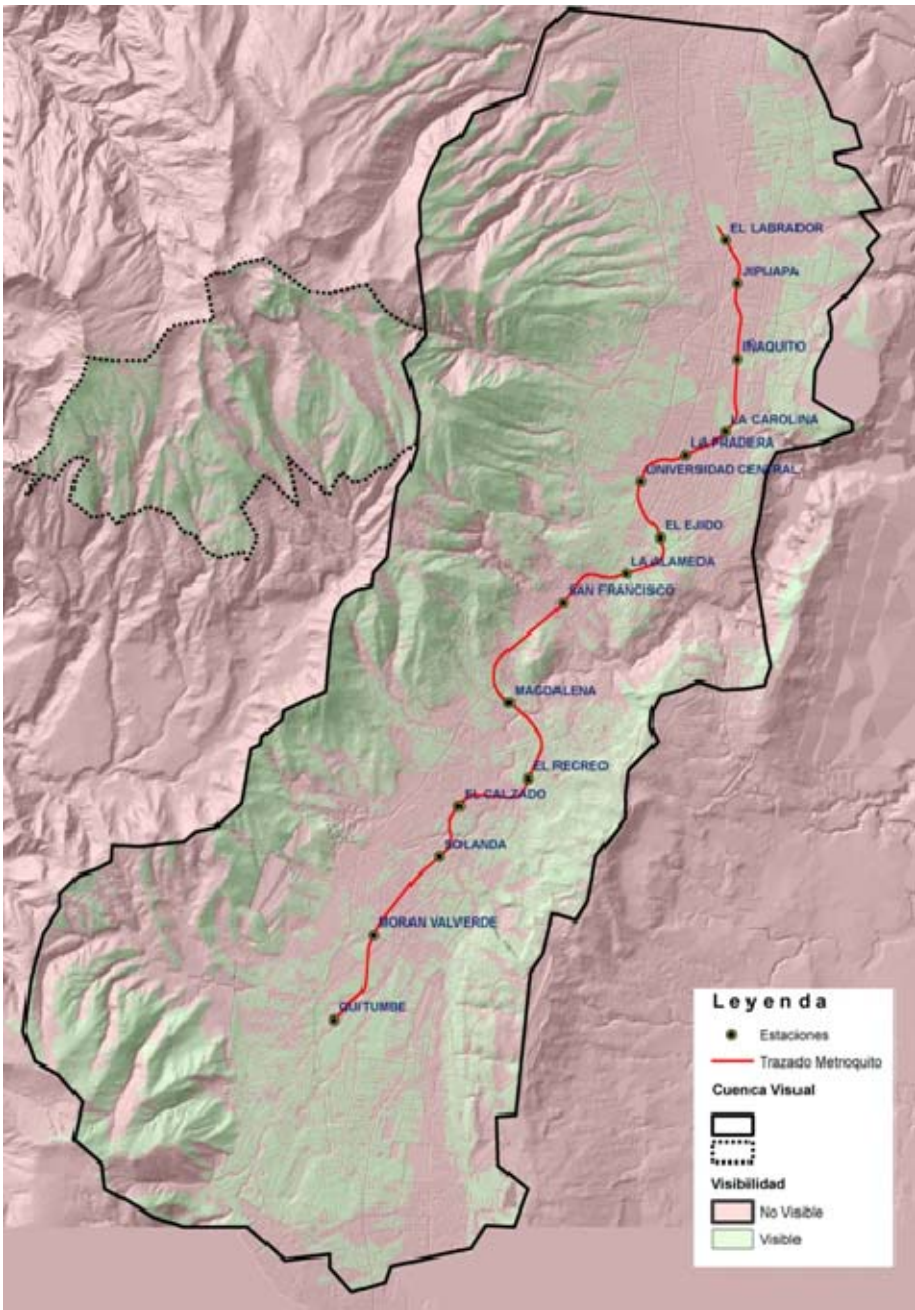
Este primer mapa automático de visibilidad se comprueba sobre el terreno, a objeto de identificar la cuenca visual real de la actuación en estudio y corregir los errores que la falta de definición del MDT puede ocasionar.

A la hora de delimitar la cuenca visual también ha de considerarse la naturaleza de la actuación objeto de estudio y las características del área donde está prevista su ubicación. Así, se considera que la obra afectará al paisaje en los tramos en los cuales el Metro discurre en superficie, las zonas de obras con muros pantalla (estaciones y tramos con esta técnica constructivas. Asimismo, en la delimitación del ámbito de estudio se ha considerado la zona de la escombrera.

Delimitación y justificación del ámbito de estudio

En la Figura 7.217 quedan representadas las zonas de visibilidad de la actuación obtenidas por el Sistema de Información Geográfica a partir del MDT, que se comprueba durante las correspondientes visitas de campo para delimitar finalmente la cuenca visual de la actuación.

Figura 7.218 Visibilidad y cuenca visual de la actuación en estudio



Fuente: Elaboración propia, 2011

La cuenca visual es amplia en la zona en la que la infraestructura discurre en superficie fuera de la zona urbanizada y en la zona de ubicación de la escombrera. Cuando la infraestructura discurre por suelo urbanizado la cuenca visual se reduce de manera significativa debido a que los propios edificios actúan como barreras visuales y la cuenca visual se reduce a los espacios públicos (calzadas, plazas, zonas verdes, etc) en las cuales se ubican las estaciones y otras infraestructuras.



Descripción general del paisaje

La ciudad de Quito se caracteriza por presentar una gran variedad de paisajes debidos a las diversas manifestaciones topogeomorfológicas, evidenciadas entre alturas absolutas que varían desde los 2.200 m (río Pisque) hasta los 4.784 m (volcán Guagua Pichincha); a la variabilidad climática, que en las tierras más bajas localizadas al norte de la zona, presentan precipitaciones que fluctúan entre 250 y 500 mm y, temperaturas que varían entre 17°C y 18°C, mientras que en los sectores noroccidentales estas variables oscilan entre 1.500 y 2.000 mm y temperaturas entre 3°C y 10°C; y a la red hidrográfica, que en conjunto drena hacia el norte formando parte de la cuenca del río Guayllabamba, esculpiendo sustratos rocosos de diferentes paisajes naturales, formando incluso profundos encañonamientos.

La morfología general del área está íntimamente relacionada con la estructura geológica, su génesis y evolución a través de los diferentes períodos geológicos y, con unidades bioclimáticas que han dado lugar a ecosistemas singulares.

Así, la actual arquitectura y columna vertebral de los paisajes naturales es debida el choque de la placa de Nazca que se desplaza hacia el este con una velocidad aproximada de 6,5 cm al año y la Sudamericana que se dirige hacia el oeste, con una velocidad también aproximada de 3 cm al año. La colisión de estas placas ha generado esfuerzos compresionales y con ello, la edificación de la Cordillera de los Andes y la formación de la fosa tectónica o graben, geográficamente identificada como callejón interandino.

Con carácter general los sistemas de paisaje que pueden observarse en Quito son los siguientes:

A) Sistema paisajístico volcánico

El Ecuador forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico y bajo esta premisa, las partes altas de la cordillera de Los Andes, están culminadas por construcciones volcánicas edificadas durante el Plioceno y Pleistoceno. Se aprecia la estructura muy erosionada del Ruco Pichincha y una parte de los volcanes Guagua Pichincha, Casitagua, Atacazo e Ilaló, que son estratovolcanes compuestos por una alternancia de lavas y materiales piroclásticos, sobre los que se han desarrollado suelos provenientes de la meteorización de cenizas volcánicas recientes. El modelado accidentado de los volcanes Ruco Pichincha y Atacazo se debe a que han sido moderadamente retocados por la actividad glaciaria del Cuaternario, y más recientemente la erosión hídrica y los movimientos en masa debido a la climatología de la zona.

B) Sistema paisajístico de estribaciones

Los relieves montañosos disectados, constituyen la principal característica de estos paisajes, desarrollados sobre materiales muy antiguos en unos casos y recientes en otros. La acción de fenómenos meteorológicos ha incidido fuertemente en la meteorización de las rocas, que conjuntamente con la acción de la erosión hídrica y movimientos en masa, han disectado fuertemente los relieves formando laderas de fuertes pendientes. Otra de las características de estos paisajes, es el intenso tectonismo a que han estado sometidos.

C) Sistema paisajístico de fondos de cuenca interandina

Corresponde a una fosa de hundimiento que durante el Cuaternario fue rellenada con materiales fluvio lacustres y volcánicos, que a su vez, fueron cubiertos con productos piroclásticos finos que luego de un proceso de compactación dieron lugar a la cangahua, que también fue cubierta con cenizas volcánicas recientes, de donde provienen los suelos que son aprovechados por el hombre, para el desarrollo de actividades agropecuarias, entre otras. Los relieves son relativamente llanos, separados por profundos encañonamientos y en otros casos son bloques horizontales a sub-horizontales, con un bajo o incipiente disectamiento, a diferencia de los relieves que se hallan en los sectores nororientales, que han sufrido un intenso tectonismo y acción de la erosión hídrica y movimientos en masa como deslizamientos, derrumbes y flujos de tierra.

El sector donde se ubica Quito, forma una cubeta alargada constituida por un levantamiento tectónico que dio lugar a una grada monoclinial, asimétrica, con una ladera abrupta que mira hacia el este y otra suave, donde se asienta la ciudad. Esta cubeta de topografía plana a ondulada, en principio estuvo ocupada por una laguna (de ahí los sedimentos lacustres que la conforman), cuyas aguas posteriormente fueron evacuadas.

D) Sistema paisajístico cultural densificado

La ciudad de Quito tiene una forma alargada de rumbo casi norte - sur y un tanto curva, adaptada a la estructura del complejo volcánico Pichincha y, encajada en una cubeta relacionada con la grada monoclinial como se detalló anteriormente; la ciudad está limitada al oeste por los flancos inferiores del complejo Pichincha y en los sectores orientales, por un abrupto de pendientes escarpadas.

E) Sistema paisajístico agrario-ganadero

En los sectores occidentales, aproximadamente entre los 3.000 y 3.600 msnm, sobre los flancos inferiores del complejo volcánico Pichincha y estribaciones de la cordillera Occidental, se distingue un espacio cultivado compuesto por una asociación de pastos plantados para alimento de ganado lechero y cultivos de cereales y hortalizas. El piso ecológico dominante es el bosque húmedo montano bajo, con suelos arenosos poco meteorizados y limosos con una alta retención de agua, en cambio en el sector suroeste los suelos son limosos o limo arenosos. En los sectores centrales se distinguen pequeñas unidades que corresponden a relictos de bosque de eucalipto, de especial importancia, en particular los que se hallan en la parte occidental, por su función en el control de torrentes.

F) Sistema paisajístico agropecuario y en proceso continuo de urbanización

Corresponde a una parte de la denominada grada de Quito, en estos sectores con laderas pronunciadas se han desarrollado suelos arcillo arenosos a limo arenosos o limosos, derivados de materiales piroclásticos. La zona de vida corresponde al bosque húmedo montano bajo.



La cercanía a la ciudad ha incidido para que, en terrenos incluso con pendientes escarpadas, se edifiquen construcciones con fines habitacionales; de otro lado, muchos predios rústicos, todavía son utilizados para la siembra de pastos y cultivos de ciclo corto, especialmente maíz.

Metodología delimitación de las unidades de paisaje

La topografía del terreno y los usos del suelo que en él se desarrollan, constituyen dos de los elementos fundamentales para la primera delimitación del territorio en tipos y subtipos de paisaje

A partir de las grandes unidades (sistemas de paisaje) definidas en el apartado anterior, procede delimitar las unidades de paisaje comprendidas dentro de la cuenca visual de la infraestructura de la Primera Línea del Metro de Quito y que, por tanto, se verán afectadas paisajística y visualmente por éste.

Se entiende por unidad de paisaje el área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo periodo de tiempo. Se identifica por su coherencia interna y sus diferencias con respecto a las unidades contiguas.

La caracterización de las unidades de paisaje tiene por objeto:

- La definición, descripción y delimitación de las características paisajísticas del ámbito de estudio definido con anterioridad.
- El análisis de sus características y de las dinámicas y presiones que las modifican.
- Identificar los recursos paisajísticos que singularizan positivamente su valor y los conflictos paisajísticos que las degradan negativamente.
- Posibilitar la definición de los objetivos de calidad paisajística.

Por tanto, su diferenciación o singularidad requiere la consideración de otros elementos y aspectos paisajísticos, debiendo también considerar la dinámica o tendencias de cambio existentes y los posibles conflictos derivados.

Componentes del paisaje

Entre los elementos o componentes de paisaje pueden distinguirse:

- **Elementos físicos:** suelo (geología, geomorfología...), red hídrica superficial, formas del terrenos...
- **Elementos bióticos:** vegetación, fauna...
- **Elementos antrópicos:** asentamientos urbanos, viviendas dispersas, presencia de infraestructuras, comunicación, transporte y distribución de energía eléctrica, gaseoductos-oleoductos, captación y distribución de aguas subterráneas...

Estos elementos o componentes del paisaje permiten caracterizar el territorio, constituyendo criterios para diferenciar unas unidades de otras. En esta fase del análisis paisajístico es especialmente importante apoyarse en cuantas visitas a campo sean necesarias para contrastar la información cartográfica y bibliográfica con la realidad sobre el terreno.

Características visuales básicas

Para la caracterización paisajística, se abordan y analizan también las características visuales básicas del territorio: amplitud visual, permeabilidad y conectividad visual, configuración escénica, colores, texturas, líneas, formas, posibles variaciones temporales en los elementos del mosaico (texturas y colores), elementos verticales...

Definición de los elementos singulares (recursos paisajísticos)

Para la caracterización paisajística se tienen también en consideración los recursos paisajísticos presentes, siendo éstos áreas o elementos del territorio de relevancia o interés ambiental, cultural o visual.

Estos recursos están formados por:

- Espacios naturales protegidos
- Red hidrográfica
- Elementos del patrimonio cultural, agrícola y rural
- Elementos de la estructura espacial: hitos topográficos...
- Recorridos paisajísticos relevantes, miradores ...

Elementos de percepción no visual

Existen varios estudios y experiencias que recogen que más del 80% de la percepción de una persona vidente procede de la vista (Kaplan, 1979 y Fines, 1968). Según el Visual Landscape Design Training Manual (del Forest Service de la British Columbia, Canada) la percepción humana se distribuye de la siguiente manera:

Cuadro 7.57 Esquema de percepción humana

Esquema de la percepción humana	
Vista	87%
Oído	7%
Olfato	3 – 5%
Gusto	1%
Tacto	1-5%

Fuente: Forest Service British Columbia, Canada. Visual Landscape Design Training Manual

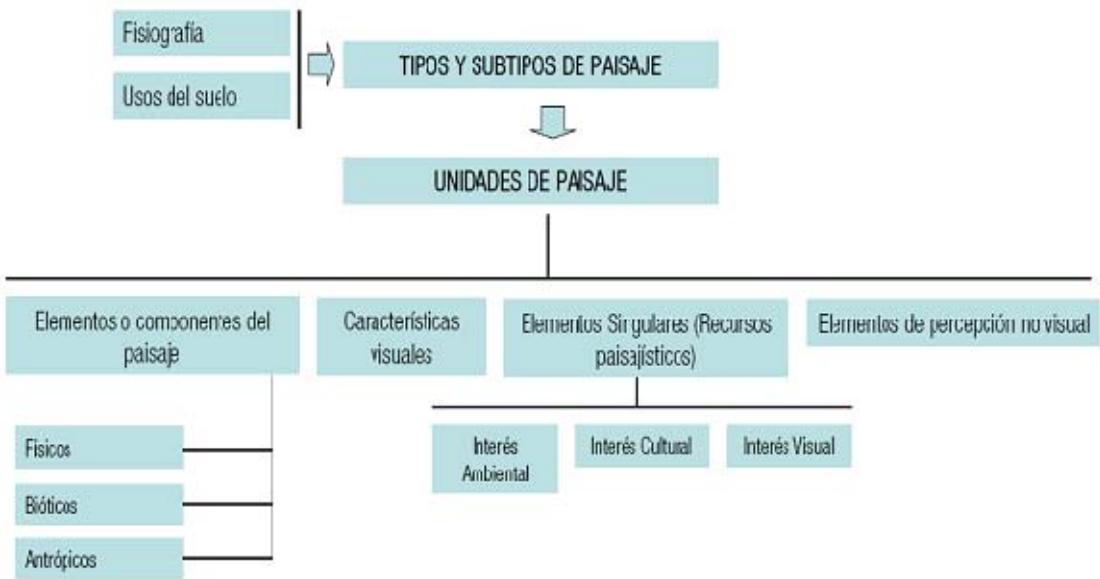
Por ello, al hablar de percepción del paisaje se suele simplificar como percepción visual y para la definición de las unidades de paisaje los elementos de percepción no visual son tenidos en cuenta de forma menos prioritaria.

Siguiendo el orden de importancia para la percepción del paisaje, la percepción acústica y olfativa son los siguientes criterios a considerar que, por otro lado, están íntimamente relacionados con el uso del suelo que se desarrolla en un determinado lugar.

Resumen de la metodología

A modo de síntesis, la metodología empleada en el presente estudio para la delimitación las unidades de paisaje, se recoge en la siguiente Figura 7.218.

Figura 7.219 Metodología para la delimitación de las unidades de paisaje



Fuente: Elaboración propia, 2011

Descripción de las unidades de paisaje

La Primera Línea del Metro de Quito se desarrolla toda ella dentro del sistema paisajístico cultural densificado. Se trata, pues, de un paisaje urbanizado o en vías de urbanización por lo que no son los valores naturales los más importantes sino los culturales-patrimoniales y sociales.

Pueden distinguirse tres unidades de paisaje que son las siguientes:

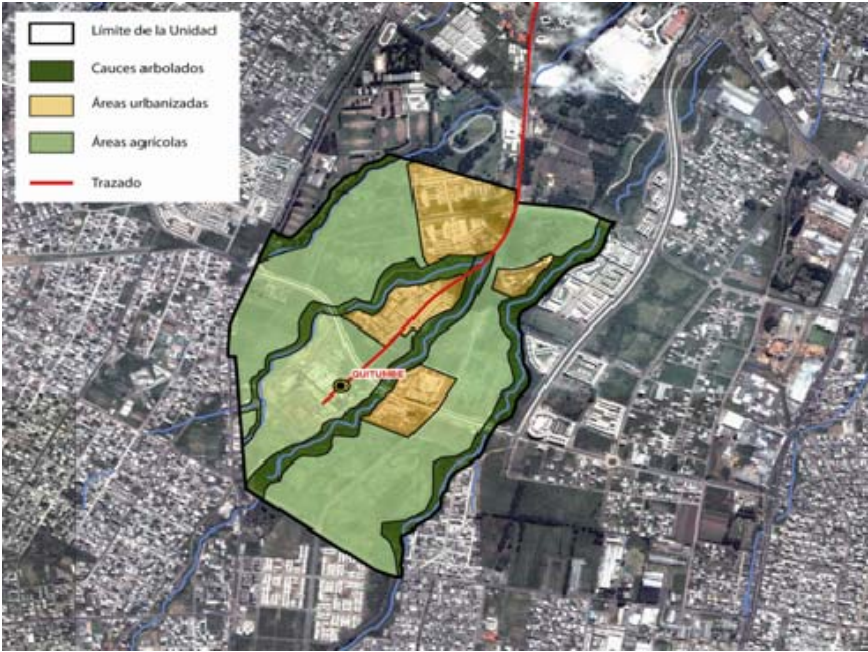
- a. Unidad en proceso de urbanización de Quitumbe
- b. Unidad urbana de Quito
- c. Unidad Playa Alta-Guápulo

SISTEMA PAISAJÍSTICO	UNIDAD DE PAISAJE
Cultural densificado	Quitumbe
	Urbana de Quito
	Playa Alta-Gualupo
UNIDAD DE PAISAJE: Quitumbe	
DESCRIPCIÓN:	
Esta unidad presenta una morfología llana y está rodeada por terrenos urbanos. Se caracteriza por un mosaico de terrenos agrícolas, zonas arboladas en las márgenes de red de drenaje, infraestructuras de comunicaciones y sectores urbanizados.	
Se trata de un área completamente rodeada por suelo urbano y que en estos momentos está en fase de colmatación tanto por usos residenciales como dotacionales e infraestructurales	



Fuente: Elaboración propia, 2011

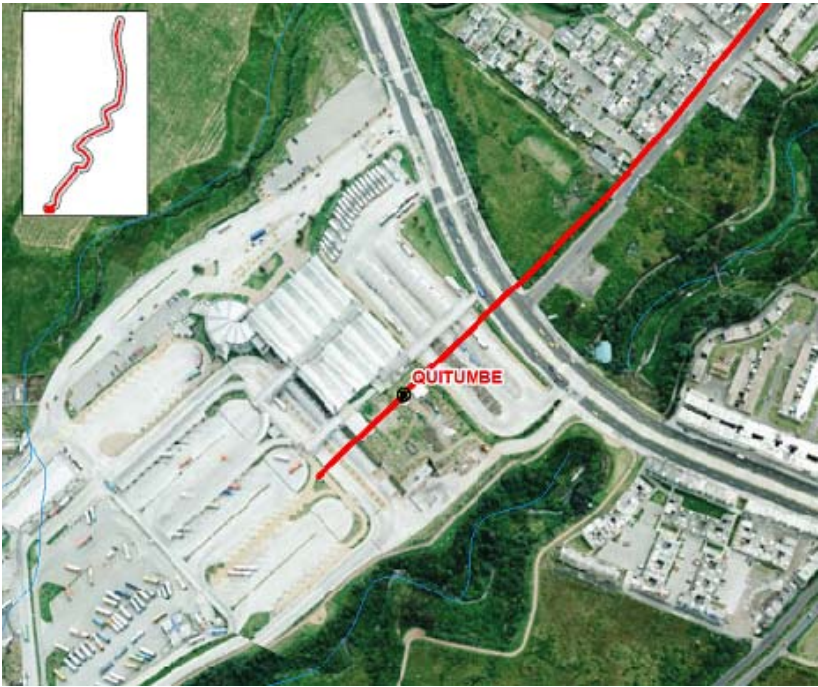
Figura 7.220Unidad paisajística de Quitumbe



Fuente: Elaboración propia, 2011

En esta unidad de paisaje se ubica la estación de Quitumbe y se desarrolla un tramo de infraestructura cuya ejecución se realizará mediante muros pantalla.

Figura 7.221 Detalle de la unidad paisajística de Quitumbe



Fuente: Elaboración propia, 2011

1. ESTACIÓN QUITUMBE	
COORDENADAS	
E	N
772461	9969353
Descripción: Es una zona bastante transitada por viajeros interprovinciales, hay una escasa presencia de casas, está rodeado de terrenos baldíos y es de fácil acceso a los transeúntes ya que hay buses destinados al lugar y de hecho es la última estación del Trolebús.	
Sensibilidad Paisajística: Baja	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Presencia de terrenos baldíos y escasa presencia de casas	Observaciones: Terminal Quitumbe, patio de buses interprovinciales, casas cercanas al sector
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Escasa presencia de casas, hay una parada del trolebús, y terrenos baldíos	Observaciones: Presencia de conjuntos habitacionales



UNIDAD DE PAISAJE: Zona urbana de Quito
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Se trata de una unidad constituida por la zona urbana del municipio de Quito. La mayor parte del trazado de la Primera Línea del Metro se desarrolla en esta unidad.</p> <p>Dentro de ella cabe distinguir dos subunidades que son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Centro histórico que se corresponde con la zona del núcleo de Quito declarada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco.▪ Resto del núcleo urbano de Quito



En esta unidad el metro discurrirá soterrado, las estaciones previstas en la misma son las siguientes:

2. ESTACIÓN MORÁN VALVERDE	
COORDENADAS	
E	N
773130	9969353
<p>Descripción: Es una zona poblada con presencia de casas de dos pisos típicas del lugar, y pequeños negocios como tiendas, también se pudo observar una cancha de fútbol.</p> <p>Sensibilidad Paisajística: Media</p>	
FOTO NORTE	FOTO SUR
<p>Observaciones: Zona poblada, al noreste hay una cancha de fútbol</p>	<p>Observaciones: Universidad Politécnica Salesiana</p>
FOTO ESTE	FOTO OESTE
<p>Observaciones: Presencia de casas y conjuntos habitacionales</p>	<p>Observaciones: Al sureste se encuentra la Unidad Educativa Municipal Quitumbe</p>



3. ESTACIÓN SOLANDA	
COORDENADAS	
E	N
774340	9970708
Descripción: Donde se piensa hacer la estación hay canchas de tierra de la liga barrial de Solanda, y un pequeño parque para hacer deporte	
Sensibilidad Paisajística: Baja	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Presencia de casas de tres pisos típicas del sector	Observaciones: Presencia de casas de 3 pisos comunes en la zona
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Presencia de casas comunes del sector	Observaciones: Cancha de fútbol de tierra donde juega la liga deportiva barrial de Solanda, terreno baldío utilizado como parqueadero, casa comunal

4. ESTACIÓN EL CALZADO	
COORDENADAS	
E	N
775239	9971944
Descripción: Es una zona poblada, hay presencia de casas de 2 pisos típicas del sector, un parque infantil y pequeños negocios.	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Presencia de casas típicas del sector de 2 pisos con pequeños locales comerciales	Observaciones: Casas típicas de la zona, presencia de un parque infantil
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Pequeñas casas de 2 pisos típicas del sector	Observaciones: Presencia de un parque infantil, pequeñas casas de 2 pisos y locales comerciales



5. ESTACIÓN EL RECREO	
COORDENADAS	
E	N
776288	9972533
Descripción: Es una zona poblada, de fácil acceso a los transeúntes ya que existen la estación del Trolebús y la de la Ecovía, es una zona muy transitada, presencia de viviendas típicas del sector.	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Riel del tren, casas típicas de la zona, funciona la estación de la ecovía	Observaciones: Estación Trolebús del Recreo, riel del tren
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Al sureste funciona de garaje para los trolebuses y buses alimentadores	Observaciones: Funciona el Centro Comercial El Recreo

6. ESTACIÓN LA MAGDALENA	
COORDENADAS	
E	N
775721	9974037
Descripción: Funciona el batallón y las oficinas del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Donde se prevé hacer la estación funcionan las canchas del Nacional.	
Sensibilidad Paisajística: Baja	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Cancha donde entrena el Nacional, perteneciente al Ejército del Ecuador	Observaciones: Batallón del Cuerpo de Ingenieros del Ejército
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Oficinas del cuerpo de ingenieros del Ejército	Observaciones: Canchas de futbol, también funciona la caldera del CEE y las instalaciones del batallón



7. ESTACIÓN SAN FRANCISCO	
COORDENADAS	
E	N
777146	9976192
Descripción: Toda la zona es netamente colonial y altamente turística, en la plaza se encuentra la Iglesia de San Francisco.	
Sensibilidad Paisajística: Alta	
FOTO NORTE	FOTO SUR
	
Observaciones: Casas coloniales y pequeños negocios	Observaciones: Casas coloniales y pequeños negocios
FOTO ESTE	FOTO OESTE
	
Observaciones: Casas coloniales y pequeños negocios	Observaciones: Iglesia de San Francisco





8. ESTACIÓN LA ALAMEDA	
COORDENADAS	
E	N
778097	9976434
Descripción: Toda la zona es netamente comercial, existen casas coloniales típicas de la zona, es de muy fácil acceso a los transeúntes ya que pasan la mayoría de buses destinados a la zona.	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
	
Observaciones: Maternidad San José	Observaciones: Centro histórico, Estación eco vía La Alameda
FOTO ESTE	FOTO OESTE
	
Observaciones: Registro Civil, Cruz Roja, Dirección de Movilización de las Fuerzas Armadas	Observaciones: Parque La Alameda, donde existen palmas patrimoniadas



9. ESTACIÓN EL EJIDO	
COORDENADAS	
E	N
778952	9977230
Descripción: La zona es comercial, existen muy pocas viviendas, el parque está rodeado de lugares comerciales, cabe recalcar que los árboles que se encuentran aquí son considerados patrimonio.	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Estación ecovía, Casa de la Cultura, KFC	Observaciones: Asamblea Nacional, centro histórico
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Casa de la Cultura Nacional	Observaciones: Parque El Ejido, árboles patrimoniales

10. ESTACIÓN UNIVERSIDAD CENTRAL	
COORDENADAS	
E	N
778399	9978192
Descripción: En la mayor parte de esta zona funciona el campus de la Universidad Central, es una zona comercial dedicada a negocios que tengan que ver con los estudiantes de la universidad, como papelerías o lugares para alimentarse.	
Sensibilidad Paisajística: Baja	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Estación Metro Bus Seminario mayor	Observaciones: Plaza Indoamérica, Frutería Monserrat, Facultad de Administración de la Universidad Central
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Mercado Santa Clara	Observaciones: Campus Universidad Central



11. ESTACIÓN LA PRADERA	
COORDENADAS	
E	N
779431	9978952
Descripción: Como casi toda la av. Eloy Alfaro, este sector es una zona comercial, también funcionan oficinas, consultorios médicos, oficina de correos, se aprecian edificios altos, la zona es bastante transitada.	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
	
Observaciones: Oficinas, consultorios médicos	Observaciones: CNT
FOTO ESTE	FOTO OESTE
	
Observaciones: Consultorios médicos, oficinas, edificios de 5 a 7 pisos	Observaciones: Consultorios médicos, Farmacia Medicity

12. ESTACIÓN LA CAROLINA	
COORDENADAS	
E	N
779897	9979566
Descripción: En esta zona funciona el centro comercial El Jardín, es una zona comercial aunque también funcionan oficinas, es bastante transitada ya que es una de las arterias principales de Quito. También es importante mencionar que la estación va a estar ubicada en el parque La Carolina que es el más grande de Quito	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
	
Observaciones: Oficinas, Parque La Carolina	Observaciones: Centro Comercial El Jardín, Oficinas de la ONU
FOTO ESTE	FOTO OESTE
	
Observaciones: Centro Comercial El Jardín	Observaciones: Locales comerciales, oficinas, edificios de 5 a 10 pisos



13. ESTACIÓN IÑAQUITO	
COORDENADAS	
E	N
7780078	9980947
Descripción: Zona altamente comercial, también aquí funcionan oficinas de diferentes ámbitos. Hay cinco centros comerciales aledaños al lugar. Es una zona bastante concurrida y de fácil acceso.	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Registro Civil, Edificio Raúl Coka Barriga, plaza deportiva	Observaciones: Centro Comercial Caracol, Centro Comercial y de Oficinas Unicornio, Centro Comercial Iñaquito
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Centro Comercial Naciones Unidas, Quicentro Shopping	Observaciones: Club de Leones, La Ganga, Orbe Hogar

14. ESTACIÓN JIPIJAPA	
COORDENADAS	
E	N
780347	9982182
Descripción: Es una zona comercial bastante concurrida, sobre todo el mes de diciembre donde la gente se reúne para festejar las fiestas de Quito.	
Sensibilidad Paisajística: Media	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Plaza de Toros Quito, locales comerciales, edificios de 2 a 3 pisos	Observaciones: Locales comerciales, edificios de 2 a 3 pisos utilizados para vivienda
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Locales comerciales, Pioneer	Observaciones: Plaza de Toros Quito, conjuntos habitacionales



15. ESTACIÓN LABRADOR	
COORDENADAS	
E	N
780115	99830120
Descripción: La estación va a estar ubicada dentro del Aeropuerto, alrededor existen patios de carros, pequeñas casas típicas del sector y fábricas.	
Sensibilidad Paisajística: Baja	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: Pista del Aeropuerto	Observaciones: Patios de carros, Redondel del Labrador
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Casas, típicas de la zona	Observaciones: Aeropuerto y fábricas

UNIDAD DE PAISAJE: Playa Alta-Guápulo
DESCRIPCIÓN: Es una ladera orientada a oriente, situada junto al núcleo urbano de Quito. Se caracteriza por un mosaico de terrenos forestales arbolados, agrícolas y usos residenciales diseminados. La red de drenaje está muy encajada por lo que se forman laderas de fuertes pendientes orientadas perpendicularmente a la orientación general.





Figura 7.222 Unidad paisajística Playa Alta-Guápulo



Fuente: Elaboración propia, 2011

En esta unidad de paisaje su ubicará la escombrera prevista.

ESCOMBRERA	
COORDENADAS	
E	N
781025	9979221
Descripción: La zona en que se van a disponer los escombros, anteriormente era una quebrada, la cual fue rellena.	
Sensibilidad Paisajística: Baja	
FOTO NORTE	FOTO SUR
Observaciones: En el sitio se puede observar plantas pioneras, sin ningún valor ecológico	Observaciones: Los pocos árboles que existen aquí son eucaliptos
FOTO ESTE	FOTO OESTE
Observaciones: Todo el sitio es irregular	Observaciones: Los moradores aledaños al sector lo han convertido en basurero



Identificación de los recursos paisajísticos

Se entiende por recursos paisajísticos los elementos lineales o puntuales singulares de un paisaje o grupo de éstos que definen su individualidad y que tienen un valor visual, ecológico, cultural y/o histórico

Inventario de los recursos paisajísticos

Los recursos paisajísticos existentes en el ámbito de estudio, se han caracterizado distinguiendo el interés ambiental, cultural o visual por el que destacan.

- Recursos de interés ambiental

No se han detectado en la zona de estudio recursos paisajísticos de interes ambiental.

- Recursos de interés cultural

Como recursos paisajísticos que, dentro de la cuenca visual, destacan por su interés cultural cabe mencionar:

San Francisco de Quito y núcleo central del Centro Histórico de Quito

El Comité Intergubernamental del Patrimonio Mundial de la UNESCO, en su segunda sesión celebrada en Washington, el 8 de septiembre de 1978, declaró a San Francisco de Quito, Patrimonio Cultural de la Humanidad lo que motiva a conservar, mantener y proteger el núcleo central del Centro Histórico de Quito, sus áreas de amortiguamiento e influencia.

Figura 7.223 Plaza San Francisco



Fuente: Edmundo Moreno, 2011

Quito posee el centro histórico más grande, menos alterado y mejor preservado de América. Posee alrededor de 130 edificaciones monumentales y cinco mil inmuebles registrados en el inventario municipal de bienes patrimoniales.

San Francisco, es el más grande de los conjuntos arquitectónicos existentes en los centros históricos de las ciudades de América Latina. La construcción de la iglesia se inició en 1550, en terrenos aledaños a la plaza donde los indígenas realizaban los trueques de productos.

Los principales elementos patrimoniales que se ubican en la zona de máxima protección son los que se indican en el Cuadro 7.58.

Cuadro 7.58 Principales elementos patrimoniales núcleo San Francisco

Mz	Predio	AREA 3 "NUCLEO CENTRAL - SAN FRANCISCO"
1	9	
2	16	
3	2	
4	11	
5	6	
6	9	
7	14	Museo de Arte Colonial
8	14	Plaza de Benalcázar-Tribunal de Menores
9	10	Parqueadero Munic El Cadisan
10	6	Escuela F. Larrea
11	2	Conjunto Religioso La Merced, Col SP Pascual
12	14	Teatro Pichincha-CN Telecomunicaciones
13	2	Conjunto Religioso La Concepción-DPSalud
14	7	Palacio Arzobispal
15	22	Plazoleta La Merced-CC Granada
16	22	Colegio La Providencia
17	2	Palacio de Gobierno-Vicepresidencia Repúb
18	3	I.La Compañía-C Cult Metropolit-C Gonzaga
19	12	La Catedral- El Sagrario
20	5	Conj. Religio SAN FRANCISCO-Colg S Andrés
21	1	Plaza de San Francisco
22	13	Museo Numismático BCE- Radio Municipal
23	11	Museo de Sucre
24	29	
25	7	
26	15	
27	8	
28	24	Conj Religioso SANTA CLARA
29	1	Plaza de Santa Clara
30	10	
31	10	Iglesia y monasterio del Carmen Alto
32	5	Museo de la Ciudad-Igl SJD DIOS-Csalu Nro 1
	*322	PREDIOS

Fuente: Edmundo Moreno, 2011

La información sobre los elementos patrimoniales del centro histórico se realizará con mayor detalle en el apartado de patrimonio cultural y arqueología.

Iglesia de Guápulo

Construida en la segunda mitad del siglo XVII. Al principio no hubo sino una ermita, en 1596 el obispo López Solís muy devoto de la Virgen de Guápulo, le edificó una iglesia, medio siglo más tarde en 1649 se comenzó la actual iglesia bajo la vigilancia de Antonio Rodríguez.

- Recursos paisajísticos de interés visual

Como recursos paisajísticos que, dentro de la cuenca visual, destacan por su interés visual cabe mencionar:

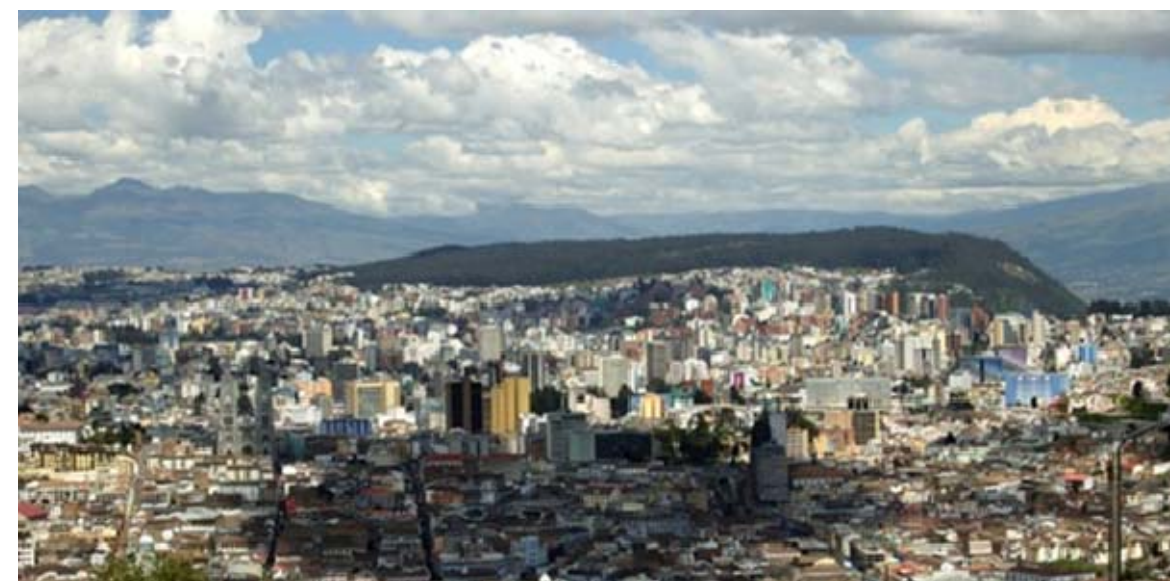
El Panecillo

El Panecillo es una elevación natural de 3.000 msnm, enclavada en el corazón mismo de la ciudad de Quito. Por su ubicación es el más importante mirador natural de la ciudad, desde el que se puede apreciar la disposición urbana de la capital ecuatoriana, desde su centro histórico y hacia los extremos norte y sur. El Panecillo está coronado por una escultura gigante de aluminio de la Virgen de Quito.

Figura 7.224 Cumbre del Panecillo



Figura 7.225 Quito desde el Panecillo



Loma del Itchimbia

La ubicación y formación topográfica convierte a la loma del Itchimbia (2929 msnm) en un hermoso balcón de la ciudad. Desde la época de los Quitus-Caras fue considerada un sitio místico donde los habitantes recuperaban energías y purificaban su cuerpo.

Mirador de San Juan

El Mirador de San Juan está ubicado en el pequeño parque del mismo nombre, cuyo ingreso está por la calle Carchi. Desde allí, el visitante también puede solazarse con una perspectiva privilegiada del Centro Histórico, que muestra rincones normalmente ocultos a la vista, como los jardines del claustro de La Concepción o los patios occidentales del complejo religioso de San Francisco.

Visibilidad del paisaje: análisis visual

La visibilidad del paisaje determina la importancia relativa de lo que se ve y se percibe y es función de la combinación de distintos factores como son los puntos de observación, la distancia, la duración de la visita, y el número de observadores potenciales.

Para el análisis visual de la actuación se procederá a las siguientes fases:

- Identificación de los principales puntos de observación de la cuenca visual distinguiendo los puntos dinámicos y estáticos.
- Análisis y valoración de la sensibilidad de los puntos de observación, en función de la frecuencia con que las personas los visitan y la visibilidad que ofrecen del ámbito de estudio.



- Clasificación de las unidades de paisaje identificadas en función de la visibilidad obtenida: visibilidad del territorio.

Identificación de los puntos de observación

El plano en Anexo 2 recoge la visibilidad obtenida para el ámbito de estudio a partir del SIG, quedando representadas las zonas visibles y no visibles. Debido a las limitaciones del ojo humano, se han diferenciado también zonas de nitidez, marcando los 500, 1.500 y 3.500 metros desde los límites de la zona de estudio.

Para el ámbito de estudio estas zonas de nitidez tienen especial importancia puesto que, en muchas ocasiones, son las limitaciones del ojo humano las que delimitan la cuenca visual debido a la lejanía o inexistencia de otros elementos estructurales (laderas, crestas de montañosa). Tras las correspondientes visitas de campo queda definida la cuenca visual del proyecto en estudio.

Dicho plano permite dar una idea global de la visibilidad en el ámbito de estudio; sin embargo, para un estudio más preciso de los impactos visuales generados por la actuación, se han identificado y analizado puntos concretos del territorio, a los que se ha denominado puntos de observación (representados en el plano en Anexo 2).

Se consideran **puntos de observación** aquellos lugares desde los cuales puede ser visible la actuación prevista. Estos puntos de observación pueden ser estáticos, cuando el observador no está en movimiento (miradores por ejemplo); o dinámicos, si el observador está en moviendo (por ejemplo una carretera).

Como puntos de observación estático, se han considerado el mirador del Panecillo, Itchimba y San Juan.

Los puntos de observación dinámicos identificados están constituidos por las calles e infraestructuras viarias que discurren en las proximidades de las obras.

Análisis de la visibilidad desde los puntos de observación

Antes de proceder al análisis de la visibilidad es necesario realizar una caracterización de las obras que van a ejecutarse. Fundamentalmente se trata de un túnel excavado por el método tradicional o tuneladora. Estas obras no serán visibles para la ciudadanía en general ya que son subterráneas. Si que serán visibles para la ciudadanía las obras del túnel cuando este se realiza mediante muros pantalla. Asimismo también serán visibles las obras de las estaciones las cuales también se ejecutan mediante muros pantalla construidos desde la superficie.

Para analizar los puntos de observación del ámbito de estudio se ha considerado una serie de factores, catalogados cualitativamente por discusión y consenso entre los miembros del equipo redactor:

- El tipo de punto de observación (dinámico o estático) determina la duración estimada de observación hacia la actuación, ya que en los puntos dinámicos la observación estará condicionada necesariamente al tiempo durante el que se transite por la vía de comunicación correspondiente, que a su vez dependerá de la velocidad con la que se transite por ella.

Por tanto se puede distinguir una duración no condicionada (y por tanto suficiente) en los puntos de observación estáticos y una duración de la observación condicionada a la velocidad de la vía en los puntos de observación dinámicos, distinguiendo una velocidad media, alta o muy alta. En el presente caso la velocidad de tránsito es reducida para los vehículos y muy reducida para los transeúntes por lo que los puntos de observación dinámicos pueden asimilarse a puntos de observación estáticos.

- La accesibilidad al punto de observación influye en la frecuencia de observadores que lo visitan, aunque no la determina puesto que depende también de otros factores. La accesibilidad depende de la existencia de infraestructuras de acceso y el estado de las mismas, distinguiéndose una accesibilidad muy alta, alta, media, baja o muy baja. En el presente caso todos los puntos considerados tienen una accesibilidad muy alta.

- En la categoría de visitantes se especifica si existe un número considerable de residentes, residentes temporales, turistas, trabajadores.

- La frecuencia de visita se cataloga también cualitativamente debido a la ausencia de datos fiables disponibles. Se diferencia una frecuencia muy alta, alta, media, baja o muy baja, en función del número de observadores potenciales que frecuentan el punto de observación correspondiente.

- La visibilidad hace referencia a la superficie de la cuenca visual que es visible desde el punto de observación correspondiente, pudiendo ser total (cuando desde el punto de observación se perciba la totalidad de la cuenca visual), amplia (cuando se perciba la mayor parte de la cuenca), media (cuando sea visible menos de la mitad) y reducida (cuando apenas sea visible una pequeña superficie de la cuenca visual en estudio). Esta información está representada en plano del Anexo 2.

- La sensibilidad de un punto de observación frente a la cuenca visual se determina considerando la frecuencia con que las personas los visitan y la visibilidad que ofrecen del ámbito de estudio. La sensibilidad de los puntos de observación, valorada cualitativamente, podrá ser muy alta, alta, media, baja o muy baja.

En el Cuadro 7.59 se recoge el análisis de los puntos de observación y la valoración de su sensibilidad según los criterios expuestos.

A partir del análisis realizado, los puntos de observación se clasifican nuevamente, diferenciando ahora entre puntos de observación principales y secundarios.

Cuadro 7.59 Puntos de observación y valoración de su sensibilidad

Punto de observación	Tipo	Duración de observación	Accesibilidad	Categoría de visitanetes	Frecuencia de visita	Visibilidad	Sensibilidad	CLASIFICACIÓN
Mirador del Panecillo	Estático	No condicionada	Muy alta	Residentes, resid.temporales y turistas	Alta	Total	Muy alta	Principal
Mirador de Itchimbía	Estático	No condicionada	Muy alta	Residentes, resid.temporales y turistas	Alta	Total	Muy alta	Principal
Mirador de San Juan	Estático	No condicionada	Muy alta	Residentes, resid.temporales y turistas	Alta	Total	Media	Secundario
Iglesia de Guápulo	Estático	No condicionada	Muy alta	Residentes, resid.temporales y turistas	Alta	Media	Alta	Secundario
Calles, plazas, espacios publicos	Dinámico	Condicionada: velocidad alta	Muy alta	Residentes, resid.temporales y turistas	Alta	Alta	Alta	Principal

Fuente: Elaboración propia, 2011



Visibilidad del territorio

A partir del análisis de los puntos de observación, se obtienen las zonas del ámbito de estudio de máxima visibilidad, las de visibilidad media, baja y las no visibles. Son zonas de máxima visibilidad las perceptibles desde algún punto de visibilidad principal a menos de 3.500 m; son zonas de visibilidad media las perceptibles desde más de la mitad de los puntos de observación secundarias a menos de 3.500 m; y baja desde menos de la mitad de éstos y a menos de 3.500 m.

En plano del Anexo 2 se representa el territorio clasificado según dichas clases de visibilidad. Tal y como queda reflejado en dicho plano la mayor parte del ámbito de estudio, está clasificada como de visibilidad máxima o media.

Debido al carácter urbano de la zona de obras todas las zonas son de visibilidad máxima.

Valoración del paisaje

Metodología

El valor paisajístico es el valor relativo que se le asigna a cada unidad de paisaje y a cada recurso paisajístico por razones ambientales, sociales, culturales o visuales. Dicho valor está determinado por la calidad paisajística intrínseca de la unidad y la visibilidad que posea.

La visibilidad de las unidades existentes en la cuenca visual se determina y analiza en el anterior apartado de valoración visual, a través de los puntos de observación de la cuenca.

Tras la definición y caracterización de las unidades de paisaje y de los recursos paisajísticos existentes en ellas, se procede a la valoración de la calidad paisajística. Dicha valoración se realiza por parte del equipo multidisciplinar y redactor del presente estudio, otorgando valores a sus componentes característicos mediante criterios justificados en los apartados correspondientes. A partir de dicha valoración se fijan los objetivos de calidad paisajística.

Calidad de los recursos paisajísticos

Valoración de la calidad paisajística de los recursos paisajísticos y puntos de observación

La calidad de los recursos paisajísticos y puntos de observación se ha asignado por consenso del equipo multidisciplinar del presente estudio, de acuerdo con el grado de interés por el que se ha clasificado como recurso paisajístico, así como su estado de conservación.

La calidad de los recursos paisajísticos obtenida bajo consenso del equipo multidisciplinar se recoge en siguiente Cuadro 7.60.

Cuadro 7.60 Calidad de los recursos paisajísticos

RECURSOS PAISAJÍSTICOS	INTERÉS			ESTADO DE CONSERVACIÓN	CALIDAD
	AMBIENTAL	CULTURAL	VISUAL		
Mirador del Panecillo	M	A	MA	A	MA
Mirador de Itchimbía	M		MA	M	A
Iglesia de Guápulo	B	MA	MA	A	MA
Mirador de San Juan	M	M	MA	M	A
Centro Histórico declarado patrimonio de la humanidad por UNESCO	B	MA			MA
Calles, plazas y espacios públicos centro histórico	MB	MA		M	MA
Calles, plazas, espacios públicos no centro histórico	MB	M		M	B

MA: Muy Alto, A: Alto, M: Medio, B: Bajo, MB: Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia, 2011

Solo serán afectados directamente por la actuación estudiada las calles, plazas y espacios públicos tanto del Centro Histórico como el resto.

Objetivos de la calidad de los recursos paisajísticos

Los objetivos de calidad de los recursos paisajísticos que se proponen a continuación se basan en la calidad obtenida anteriormente.

Los objetivos generales que se proponen son cinco:

- Mantenimiento - restauración
- Mejora
- Restauración
- Nuevo paisaje
- Otros

La relación existente entre la calidad de los recursos paisajísticos y los objetivos de calidad es la siguiente:



Cuadro 7.61 Relación entre calidad de los recursos paisajísticos y objetivos de calidad

CALIDAD PAISAJÍSTICA	Conservación. Mantenimiento	Mejora	Restauración	Nuevo paisaje	Otros
MUY ALTA					
ALTA					
MEDIA					
BAJA					
MUY BAJA					

Muy adecuado	
Adecuado	
Poco adecuado	

Fuente: Elaboración propia, 2011

Los objetivos de calidad paisajística propuestos son los siguientes:

Cuadro 7.62 Objetivos de calidad paisajística

RECURSOS PAISAJÍSTICOS	CALIDAD	OBJETIVO
Mirador del Panecillo	MUY ALTA	CONSERVACION MANTENIMIENTO-MEJORA
Mirador de Itchimbia	ALTA	CONSERVACION MANTENIMIENTO-MEJORA
Iglesia de Guápulo	MUY ALTA	CONSERVACION MANTENIMIENTO-MEJORA
Mirador de San Juan	ALTA	CONSERVACION MANTENIMIENTO-MEJORA
Casco Histórico declarado patrimonio de la humanidad por UNESCO	MUY ALTA	CONSERVACION MANTENIMIENTO-MEJORA
Calles, plazas y espacios públicos centro histórico	MUY ALTA	CONSERVACION MANTENIMIENTO-MEJORA
Calles, plazas, espacios públicos no centro histórico	BAJA	MEJORA RESTAURACION

Fuente: Elaboración propia, 2011

Calidad paisajística de las unidades de paisaje

Valoración de la calidad paisajística

La valoración de la calidad paisajística se ha realizado a partir de los componentes del paisaje descritos con anterioridad, ya que son los elementos que influyen en ella.

A cada tipo de componente (fisiografía, tipo de vegetación...) se le ha asignado un valor entre 1 y 10 por discusión y consenso entre los miembros del equipo redactor. Estos valores son:

Cuadro 7.63 Valoración de la calidad paisajística

FISIOGRAFÍA	
Montañosa	10
Colinada-fuertemente ondulada	7
Plana-ondulada	5
Alterada	1

TIPO DE VEGETACIÓN	
Arbórea-arbustiva	10
Arbustiva	9
Ribereña	7
Agrícolas secano	6
Agrícola regadío	4
Herbácea/zonas verdes urbanas	2
Sin vegetación	1

COBERTURA VEGETAL	
Alta	10
Media	6
Baja	3



USOS	
Forestal	8
Agrícola de secano	7
Agrícola de regadío	6
Zonas urbanizadas de baja densidad	2
Zonas urbanizadas de alta densidad	1
Canteras	1

PARCELACIÓN	
Abancalamientos	7
Sin parcelación	5
Parcelación urbana	3

FACTORES HUMANOS	
INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS	
Ausencia	10
Presencia	3
INFRAESTRUCTURAS COMUNICACIONES	
Ausencia	10
Pistas forestales, sendero y caminos agrícolas	8
Caminos agrícolas y carreteras	4
Autopistas-autovías	2
VIVIENDAS	
Ausencia	9
Aisladas	5
Núcleos de baja densidad	3
Núcleos de alta densidad	1

FORMAS SINGULARES	
Presencia de recursos paisajísticos de calidad alta	8
Presencia de recursos paisajísticos de calidad media	6
Ausencia de formas singulares	4
Presencia de formas singulares negativas	1

Fuente: Elaboración propia, 2011

La valoración global de la calidad se obtiene por suma de los valores asignados a cada componente dividido por 8, a objeto de obtener un valor entre 0 y 10 que facilite la interpretación de los resultados obtenidos.

La valoración global de la calidad paisajística se ha agrupado en 5 categorías relativas, calificadas de la forma siguiente:

Cuadro 7.64 Valoración global de la calidad paisajística

PUNTUACIÓN	CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA
10-9	MUY ALTA
8,9-6	ALTA
5,9-4	MEDIA
3,9-3	BAJA
2,9-1	MUY BAJA

Fuente: Elaboración propia, 2011

En aquellos casos en los que la componente presenta dos afectaciones se ha valorado la más representativa de la unidad de paisaje o, en su defecto, la más restrictiva.

El Cuadro 7.65 contiene las valoraciones realizadas para cada una de las componentes de unidades de paisaje que influyen en la calidad paisajística, así como la valoración global y su calificación.

Cuadro 7.65 Valoración de cada componente de las unidades de paisaje

UNIDAD	FISIOGRAFÍA	TIPO VEGETACIÓN	COBERTURA VEGETAL	USOS	PARCELACIÓN	I. ELÉCTRICAS	I. COMUNICACIONES	VIVIENDAS	FORMAS SINGULARES	TOTAL PUNTUACIÓN	CALIFICACIÓN*
1	5	2	10	6	7	3	4	1	4	5,25	MEDIA
2	5	1	3	1	3	3	4	1	4	3,125	BAJA
3	7	2	10	1	7	3	4	3	4	5,125	MEDIA/MEDIA

- A) Unidad 1 Quitumbe
- B) Unidad 2 urbana de Quito
- C) Unidad 3 Playa Alta-Guápulo

Fuente: Elaboración propia, 2011



Objetivos de la calidad de las unidades de paisaje

Los objetivos de calidad de las unidades de paisaje que se proponen a continuación se basan en la calidad paisajística de las unidades y los recursos paisajísticos presentes en las mismas.

Los objetivos generales que se proponen son cinco:

- Mantenimiento y conservación del carácter existente
- Mejora del carácter existente a partir de la introducción de nuevos elementos o la gestión de los existentes
- Restauración del paisaje
- Creación de un nuevo paisaje
- Otros objetivos (en función de necesidades más específicas)
- Combinación de los anteriores

El Cuadro 7.66 muestra la relación existente entre la calidad de las unidades de paisaje y los objetivos de calidad.

Cuadro 7.66 Relación entre la calidad de las unidades de paisaje y objetivos de calidad

CALIDAD PAISAJÍSTICA	Conservación/ Mantenimiento	Mejora	Restauración	Nuevo paisaje	Otros
MUY ALTA					
ALTA					
MEDIA					
BAJA					
MUY BAJA					

Muy adecuado	
Adecuado	
Poco adecuado	

Fuente: Elaboración propia, 2011

Los objetivos de calidad paisajística propuestos son los siguientes:

Cuadro 7.67 Objetivos de la calidad paisajística propuestos

UNIDAD	CALIFICACIÓN	OBJETIVO DE LA CALIDAD	OBSERVACIONES
1	MEDIA	Nuevo paisaje	La unidad está rodeada de suelo urbano y se trata de la ampliación racional del núcleo urbano existente
2	BAJA	Mejora del paisaje urbano y conservación y mejora del núcleo histórico	
3	MEDIA	Restauración- mejora	Existe una cantera para restaurar. La proximidad al núcleo urbano y a recursos paisajísticos de interés aconseja actuaciones de mejora paisajística

Fuente: Elaboración propia, 2011

7.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

7.2.1. Vegetación

Introducción

La ciudad de Quito se encuentra ubicada a 2.800 msnm, en la hoya del Guayllabamba, con las coordenadas geográficas 0° 15' Sur y 79° 30' Oeste. A pesar de la proximidad de la línea equinoccial, el clima es temperado húmedo, con una temperatura promedio anual de 14°C y una precipitación anual que varía entre 700 mm en el extremo norte de la ciudad y 1.900 mm en el sur. Las condiciones climáticas y geográficas ubican a Quito en la zona de vida bosque húmedo montano bajo (Cañadas, 1983).

Las especies cultivadas en Quito son comunes para casi toda la región interandina, siendo los factores ambientales los que propician el cultivo y desarrollo de especies ornamentales tropicales, andinas y subandinas, tanto nativas como exóticas que contribuyen a embellecer su paisaje (Padilla y Asanza, 2002).

El acelerado proceso urbanístico y el crecimiento poblacional han ido transformando la ciudad con la consiguiente reducción y desaparición de bosques naturales y vegetación nativa que antiguamente formaban su entorno. Por estas razones la presencia de espacios verdes y la arborización de calles y avenidas son necesarias. Los parques de la ciudad, además de su valor estético y purificador, son los lugares desde los cuales el hombre puede retornar a la naturaleza y reconocer la importancia de las plantas en la vida cotidiana.

El enfoque en el centro histórico es diferente ya que el elemento característico del entorno urbano es la tradicional plaza. Plazas tradicionales del centro histórico, como las de San Francisco y Santo Domingo, antiguamente estuvieron arborizadas y hoy se presentan como elementos netamente urbanos.

El parque de La Alameda, debe su nombre a los álamos (*Populus deltoides*), especies nativas de Europa que fueron introducidas por los españoles durante la época de la colonia en su afán de formar en Quito un lugar o un paseo poblado de álamos (Andrade Marín, 1965), pero esta especie nunca tuvo representatividad, ya que más bien se cultivaron en abundancia otras especies como los primeros árboles de eucalipto.

El presente acápite incluye la caracterización de la cobertura vegetal dentro del área de influencia del proyecto de la Primea Línea del Metro de Quito, las especies de árboles, arbustos, hierbas, etc. que hoy constituyen el conjunto florístico ornamental de la urbe.

Objetivos

- Caracterizar las formaciones vegetales del área de influencia del proyecto, mediante la observación y registro de las especies de plantas vasculares existentes en dicha área.
- Definir las áreas sensibles desde el punto de vista biológico.
- Identificar impactos potenciales que podrían alterar la vegetación de la zona, por acciones inherentes al proyecto.

Aspectos metodológicos

Se revisó y analizó la información secundaria pertinente sobre la vegetación existente del área de estudio a los fines de identificar los sitios de vegetación a ser observados.

El registro en campo de la información correspondiente al componente vegetación fue realizado durante diciembre de 2011.

Usualmente, la caracterización de la vegetación del área de estudio, se basa en los criterios de la metodología de las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (Sayre et al, 2002), la cual sugiere que, en cada sitio se describa la estructura y fisonomía de la vegetación. Para el registro de datos se consideran las especies de todos los hábitos de crecimiento: árboles, arbustos, hierbas, trepadoras, etc., presentes en el área de estudio.

Debido a la carencia de bosques nativos en el área de estudio (zona urbana), se acordó aplicar la metodología “Colecciones o registros al azar” que de acuerdo a Cerón (2003), esta metodología cualitativa es la más aplicada para estudios botánicos, que consiste en recorrer sitios de interés y registrar las especies que se encuentran en

estado fértil, es decir que tengan flores y/o frutos. En este caso se identificaron las especies vegetales más frecuentes en un radio de 30 a 40 m, y se anotaron las condiciones ecológicas, biológicas, físicas y de conservación de cada punto de muestreo. Adicionalmente, se tomaron los datos de las coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator), bajo el Sistema o Datum WGS 84, mediante el uso de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Estos procesos se utilizan para recolectar información biológica y ecológica del área de estudio, en forma sistemática y rápida.

La identificación taxonómica de las especies se realizó *in situ*, mediante el empleo de láminas fotográficas producidas por The Field Museum of Chicago y literatura especializada (Padilla y Asanza, 2001).

Los nombres científicos, estado de conservación y distribución de las especies fueron revisados en el Catálogo de plantas vasculares del Ecuador (Jorgesnen y León-Yáñez 1999). Esta información también se corroboró con la base de datos Trópicos del Jardín Botánico de Missouri (Trópicos, 2011).

Zonas de vida

Las zonas ecológicas de vida (áreas geográficas con similares características biofísicas y climáticas) influyen en el patrón de uso del suelo y, en general, en el desarrollo espacial de Quito.

El Distrito Metropolitano de Quito, incluyendo el núcleo urbano y la zona de transición urbano-rural periférica, abarca ocho zonas ecológicas de vida definidas por el sistema de Holdridge (1967), más dos zonas de transición. Tres de estas zonas de Holdridge (más una zona de transición) están presentes dentro de la región del núcleo urbanizado y todas están en el área metropolitana, tal como se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 7.68 Zonas ecológicas de vida del área de estudio Distrito Metropolitano de Quito

Zona ecológica de vida	Altitud (metros)	Temperatura anual promedio (°C)	Precipitación anual promedio (mm)	Topografía	Vegetación original remanente	Uso actual del suelo
Estepa espinosa montano bajo ee MB	2000-3000	12-16	250-500	Relativamente plana, levemente ondulada; algunas áreas empinadas	Casi inexistente	Primariamente agrícola; vegetales y algunos sembradíos de gramíneas y pastizales
Bosque seco montano bajo bs MB	2000-2800	12-18	500-1000	Entre plana y ondulada	Casi inexistente	Primariamente agrícola; vegetales y algunos sembradíos de gramíneas y pastizales
ZONA DE TRANSICIÓN: bosque seco montano bajo a bosque húmedo montano bajo bs MB - bh MB	2000-2800	12-18	variable	Entre plana y ondulada	Casi inexistente	Agrícola y pastizales

Zona ecológica de vida	Altitud (metros)	Temperatura anual promedio (°C)	Precipitación anual promedio (mm)	Topografía	Vegetación original remanente	Uso actual del suelo
ZONA DE TRANSICIÓN: bosque húmedo montano bajo a bosque muy húmedo montano bh MB - bmh M	2500-3200	9-15	1000-2000	Variable	Casi inexistente	Pastizales; papa y fréjol

Fuente: Holdridge, 1967

La Zona Interandina está localizada entre 2.400 a 3.100 msnm, incluyendo la mayor parte de la ciudad de Quito y los valles templados al este y el sur (Cumbayá, Tumbaco, Puembo, Pifo, Yaruquí, El Quinche, Checa, Nono, Calacalí, Nayón, Zámbiza, Lloa). La principal estación lluviosa ocurre entre septiembre y noviembre, con un período lluvioso menos pronunciado de diciembre a abril y una estación seca que se extiende de mayo a agosto. La precipitación anual promedio es de aproximadamente 960 mm. Las temperaturas promedio van de 10°C a 16°C.

En cuanto a la nueva propuesta de clasificación de la vegetación para el Ecuador Continental, de acuerdo a Sierra (1999), el área del proyecto se encuentra localizado dentro de la formación matorral húmedo montano, el cual comprende los valles relativamente húmedos entre 2.000 y 3.000 msnm. La cobertura vegetal está casi totalmente destruida y fue reemplazada hace mucho tiempo por cultivos o por bosques de Eucalyptus globulus, ampliamente cultivados en esta región. La vegetación nativa generalmente forma matorrales y sus remanentes se pueden encontrar en barrancos o quebradas, en pendientes pronunciadas y en otros sitios poco accesibles a lo largo de todo el sector. Un ejemplo es la quebrada del río Machángara que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto.

Ubicación de los puntos de observación

La descripción de la vegetación en los sitios propuestos para las estaciones se inició desde el sector sur, Estación 1 Quitumbe hasta la Estación 15 El Labrador. El Cuadro siguiente muestra los sitios que fueron recorridos, sus coordenadas y los hábitats representativos.

Cuadro 7.69 Ubicación de puntos de observación componente biótico (vegetación y fauna)

No.	SITIOS OBSERVADOS/ESTACIONES	COORDENADAS UTM		HÁBITAT
		x	y	
1	1A. Quitumbe	772187	9967250	Urbano, con pastizales y alguna vegetación dispersa
2	1B. Parque Atacazo (Bosque del Suro)	772304	9967365	Urbano, junto a un parque con vegetación nativa e introducida
3	2. Morán Valverde	773384	9968636	Urbano
4	3. Solanda	773463	9970539	Urbano, junto a un parque y a una quebrada, con vegetación nativa dispersa
5	4. El Calzado	774336	9971170	Urbano
6	5. El Recreo	775894	9972180	Urbano
7	6A. La Magdalena	775461	9973652	Urbano
8	6B. La Magdalena	775642	9973558	Urbano
9	7. San Francisco	776599	9975536	Urbano
10	8. La Alameda	777824	9976086	Urbano, el parque La Alameda presenta vegetación nativa e introducida
11	9. El Ejido	778615	9976984	Urbano, el parque El Ejido presenta vegetación nativa e introducida
12	10. Universidad Central	778160	9977897	Urbano, el campus de la U. Central presenta áreas verdes con vegetación nativa e introducida
13	11. La Pradera	779270	9978603	Urbano
14	12. La Carolina	779687	9979383	Urbano, el parque La Carolina cuenta con una gran extensión de áreas verdes con vegetación nativa e introducida
15	13. Iñaquito	779931	9980719	Urbano
16	14. Jipijapa	780116	9981806	Urbano
17	15. El Labrador	779642	9982808	Urbano
Datum: WGS84				

Fuente: Elaboración propia, 2011



Análisis de resultados

De acuerdo a los datos obtenidos durante el recorrido por los puntos de muestreo correspondientes a las 15 estaciones, se obtuvo un total de 44 especies de plantas vasculares, 27 familias botánicas.

Según la dominancia de familias botánicas destacan: Asteraceae y Fabaceae con 5 especies cada una, seguida de Myrtaceae con 3 especies. Las demás familias reportaron entre 1 y 2 especies (Ver Cuadro).

Cuadro 7.70 Lista de especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio

No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	N. COMÚN	*USO	*HÁBITO	ORIGEN
1	Agavaceae	<i>Agave americana</i>	Cabuyo negro	Me	At	Introducida
2	Agavaceae	<i>Yucca aloifolia</i>	Palma	Or	At	Introducida
3	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Molle	Me	At	Nativa
4	Apiaceae	<i>Anethum graveolens</i>	Eneldo	Me	He	Introducida
5	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Laurel rosado	To	At	Introducida
6	Arecaceae	<i>Parajubaea cocoides</i>	Coco cumbi	Or	Pa	Nativa
7	Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	Palma fénix	Or	Pa	Introducida
8	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Me	At	Nativa
9	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	Ñachag	Me	He	Nativa
10	Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i>	Calendula	Or	At	Introducida
11	Asteraceae	<i>Tagetes multiflora</i>	Tzintzo	Al	He	Nativa
12	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Me	He	Introducida
13	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Ar	Ab	Nativa
14	Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i>	Yalomán	Eb	Ab	Nativa
15	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Cholán	Eb	Ab	Nativa
16	Caprifoliaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Tilo	Me	Ab	Introducida
17	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Sin nombre	Or	Tr	Nativa
18	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Sambo	Al	He	Introducida
19	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés	Or	Ab	Introducida
20	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Me	At	Introducida
21	Euphorbiaceae	<i>Sapium sebiferum</i>	Sapium	Or	Ab	Introducida
22	Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	Or	Ab	Introducida
23	Fabaceae	<i>Acacia longiflora</i>	Acacia	Or	At	Introducida
24	Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i>	Falso chocho	Fo	He	Nativa
25	Fabaceae	<i>Senna didymobotrya</i>	Senna	Or	At	Introducida
26	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol	Fo	He	Introducida
27	Geraniaceae	<i>Pelargonium grandiflorum</i>	Geranio	Or	He	Introducida
28	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	Al	Ab	Nativa

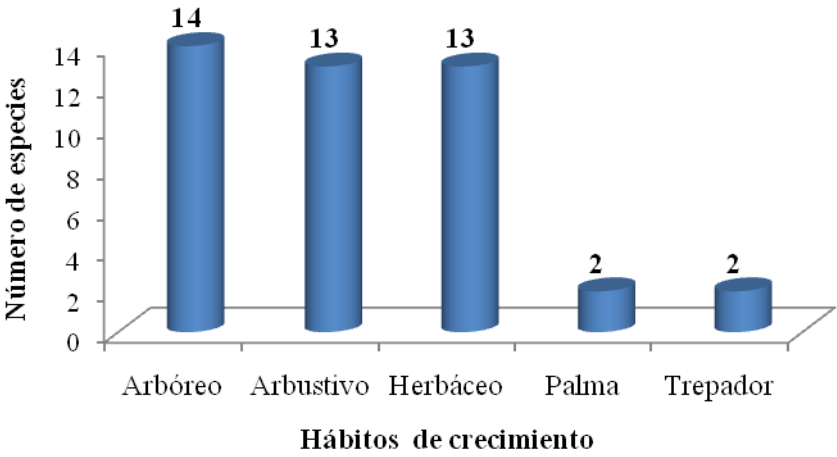
No.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	N. COMÚN	*USO	*HÁBITO	ORIGEN
29	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Al	Ab	Introducida
30	Amaryllidaceae	<i>Agapanthus africanus</i>	Azucena africana	Or	He	Introducida
31	Malvaceae	<i>Abutilon striatum</i>	Farol chino	Or	At	Nativa
32	Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda	Or	At	Introducida
33	Moraceae	<i>Ficus elastica</i>	Caucho	Or	At	Introducida
34	Myrtaceae	<i>Callistemon viminalis</i>	Cepillo	Or	At	Introducida
35	Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Eucalipto aromático	Me	Ab	Introducida
36	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Me	Ab	Introducida
37	Passifloraceae	<i>Passiflora mixta</i>	Taxo de monte	Or	Tr	Nativa
38	Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino rojo	Or	Ab	Introducida
39	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino de Monterey	Or	Ab	Introducida
40	Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i>	Sigze	Ar	He	Nativa
41	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	Fo	He	Introducida
42	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulí	Al	Ab	Introducida
43	Solanaceae	<i>Solanum aloysiifolium</i>	Hierba mora	Me	He	Nativa
44	Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	Me	He	Nativa

Uso: Al: alimenticio; Ar: artesanal; Eb: ebanistería; Fo: forraje; Me: medicinal; Or: ornamental.
Hábito: Ab: arbóreo; At: arbustivo; He: herbáceo; Pa: palma; Tr: trepador.

Fuente: Elaboración propia, 2011

Con respecto a los hábitos de crecimiento de las plantas, de las 44 especies registradas 14 especies son de hábito arbóreo, 13 arbustivas, 13 herbáceas 2 especies de palmas y 2 trepadoras (Ver Figura).

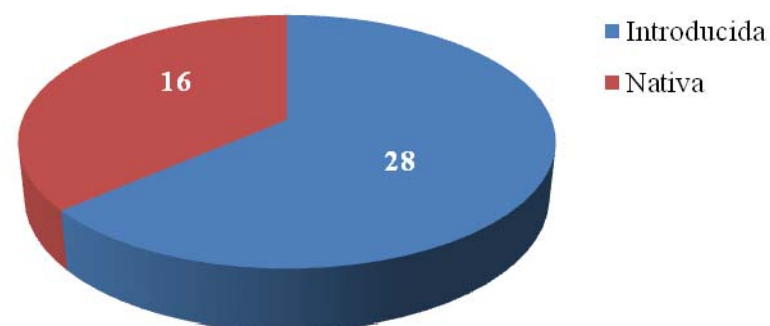
Figura 7.226 Especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio ordenadas con base en los hábitos de crecimiento



Fuente: Elaboración propia, 2011

Según el origen de las especies registradas, 28 especies son introducidas y cultivadas con fines ornamentales principalmente y 16 especies son nativas, es decir propias de la zona (Ver Figura).

Figura 7.227 Especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio ordenadas con base en el origen



Fuente: Elaboración propia, 2011

Aspectos ecológicos

El ecosistema forestal urbano de Quito tiene una gran variedad de tipos de vegetación, diferenciados de acuerdo al tipo y localización de los espacios urbanos, así como por los objetivos asignados a la cubierta vegetal. El tipo, la cantidad y localización de vegetación, junto con elementos artificiales de la ciudad (edificios, infraestructura de servicios, sistema de calles, etc.) se combinan para definir la estructura y composición del ecosistema forestal urbano.

En el análisis se incluyen todos los tipos de vegetación de la zona urbana y periurbana, bosques, árboles frutales, ornamentales y arbustos así como plantas herbáceas, pastos, flores y cultivos alimenticios. Este enfoque se justifica porque la vegetación urbana comparte funciones sociales y ecológicas, así como por el reconocimiento de la existencia de muchos vínculos actuales y potenciales entre las actividades y prácticas relacionadas con cada tipo de vegetación urbana, incluyendo silvicultura, horticultura, paisajismo, jardinería decorativa y agricultura.

Según el catálogo de plantas vasculares del Ecuador (Jorgensen & León-Yáñez 1999), en el área de estudio no se registran especies endémicas y ninguna de ellas se encuentra bajo las categorías CITES y UICN (Valencia y otros 2000).

Núcleo urbano

En 1990 y 1991 se realizó un detallado y exhaustivo análisis de necesidades del bosque del núcleo urbano de Quito (excluyendo las parroquias periurbanas del Distrito Metropolitano), centrado solo en la vegetación leñosa (árboles y arbustos). Esta determinación de necesidades fue parte de un esfuerzo de planificación a diez años,

conducido por una ONG ambiental local, Fundación Natura, en colaboración con la Subdirección de Parques y Jardines de la ciudad.

Red vial principal y red vial residencial

Existe una muy alta diversidad de especies arbóreas en parterres y veredas de las redes de arterias principales y calles residenciales. Los árboles son sobre todo de especies exóticas, aunque recientemente ha existido una disminución marcada de la producción y siembra de algunas de las especies introducidas más comunes en el pasado, particularmente pino (*Pinus spp.*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), platán (*Platanus orientalis*) y acacia (*Acacia dealbata*) y se ha sembrado una mayor proporción de especies nativas, junto con otras exóticas antes menos frecuentes o inexistentes en las calles de Quito (aunque pueden haber existido en parques y jardines privados). En el Anexo 5 se presenta una lista completa de especies de árboles y arbustos producidos actualmente en los viveros de la ciudad.

La condición y salud de los árboles varían de buenas a malas en toda la red de calles. Los árboles reciben mantenimiento esporádico y muchos necesitan ser podados o recibir otros cuidados. En general, los árboles de las calles residenciales reciben menos mantenimiento que los de la red vial principal. Además, la menor altura de los cables eléctricos en los barrios residenciales ha llevado a un serio problema de poda radical, generalmente destructiva, de estos árboles por parte de trabajadores de la empresa eléctrica. De acuerdo con empleados de la Subdirección de Parques y Jardines, son raras las plagas, aunque algunas especies exóticas de la ciudad como *Platanus orientalis* y *Salix pyramidalis* han sufrido problemas de infestación de un tipo no identificado. Además, el daño por vandalismo y pastoreo es alto y los árboles muy pequeños (menos de 50 cm de altura) con frecuencia son dañados o se secan por falta de riego (Flores, comunicación personal 1995; Espinosa, comunicación personal, 1995).

Espacios verdes públicos (incluyendo barrios, parques metropolitanos y lotes públicos baldíos)

El norte de la ciudad, de mayores ingresos, ha sido históricamente el mejor servido, en comparación con las zonas sur y central. A inicios de la década del noventa se añadió una nueva área muy extensa al sistema de espacios verdes urbanos, bajo la forma de un gran parque metropolitano, el Parque de Bellavista. Localizado en la periferia noreste de la ciudad, el parque más que duplicó el área total de espacios verdes públicos de la ciudad.

Además de los parques públicos existentes, las regulaciones del uso del suelo en Quito requieren que todo proyecto habitacional separe un mínimo del 10% de su área para espacio abierto público. Sin embargo, este requerimiento no siempre se cumple. Aun cuando se reserve esta tierra, los empresarios privados rara vez siembran o transforman en parque estas parcelas (aunque la ley también lo exige). No existe una cifra exacta del área total de espacio verde añadido a las propiedades de la ciudad por este o cualquier otro mecanismo desde 1990.

La diversidad de especies arbóreas es mayor en los parques que en las calles. De la misma manera que los árboles de la red vial, la distribución de especies está dominada por ornamentales exóticas, con algunos intentos recientes por aumentar la proporción de especies nativas. La condición de los árboles es de regular a buena en la mayoría de los parques públicos del núcleo urbano, aunque igual que con la red vial, el mantenimiento es mínimo y generalmente no preventivo. No existe regeneración natural en la mayoría de parques de Quito. Se produce alguna regeneración en las áreas boscosas del Parque Metropolitano de Bellavista, aunque no se ha cuantificado con exactitud.

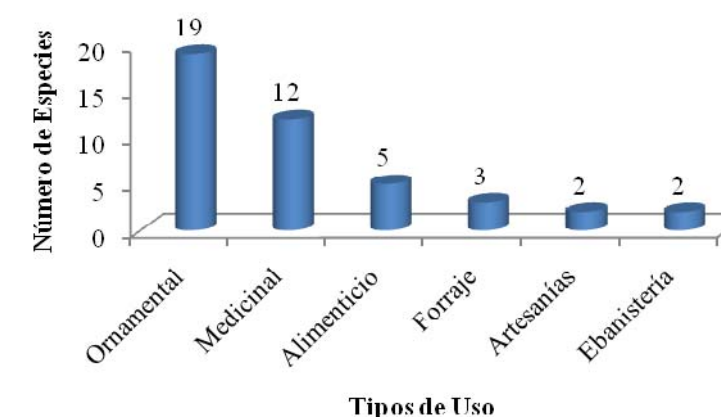
Existen algunas propiedades municipales dentro de los límites de la ciudad que actualmente están desocupados y que podrían desarrollarse como parques públicos. Oficiales de la Subdirección de Parques y Jardines trabajan actualmente con la Dirección Municipal de Avalúos y Catastros para determinar la localización, el tamaño y condición de esas parcelas, y revisar su potencial utilización como parques (Morales, comunicación personal, 1996).

La información proporcionada por la Dirección de Parques y Jardines del Municipio de Quito indica que existen alrededor de 1.400 espacios verdes en la ciudad. El 80% de los parques tienen una extensión inferior a una hectárea; la mayor extensión corresponde al Parque Metropolitano. Esta distribución no es equitativa ni está en relación con el espacio construido y la densidad poblacional. Los parques de mayor extensión se encuentran en el sector norte y son: el parque de La Carolina y el Metropolitano. En este último se encuentran remanentes de vegetación natural y bosque artificial de eucaliptos y pinos. Al sur, los de mayor extensión son Fundeporte y La Raya (Padilla y Asanza, 2002).

Uso del recurso

De las 44 especies de plantas vasculares registradas en el presente estudio, 19 son utilizadas como ornamentales, la mayoría son sembradas en áreas verdes y parques dentro del Distrito Metropolitano de Quito; 12 especies son medicinales, principalmente para aliviar dolores estomacales y de cabeza; 5 especies son alimenticias entre ellas destacan árboles frutales como el capulí, aguacate y nogal; 3 especies son usadas como forraje o alimento de animales de granja; dos especies se usan en la elaboración de artesanías, el tallo o fuste del aliso es utilizado en la elaboración de cucharas y utensilios de cocina, mientras que con los tallos de sigze se hacen cometas o papalotes. Finalmente dos especies se emplean en la fabricación de muebles (Ver Figura).

Figura 7.228 Especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio ordenadas en base al tipo de uso



Fuente: Elaboración propia, 2011

Entre los usos más representativos se mencionan los siguientes:

Pastos y vegetación herbácea: La mayoría de áreas de Quito tiene clima y condiciones del suelo lo suficientemente favorables como para permitir el crecimiento espontáneo de maleza. Crecen sobre todo hierbas y pequeñas plantas herbáceas, así como algunas especies de matorral. La observación informal revela que el kikuyo exótico (*Pennisetum clandestinum*) coloniza predominantemente las áreas no construidas, los lotes vacíos, cunetas, espacios verdes no atendidos, etc. Además, el kikuyo con frecuencia se siembra intencionalmente como césped en parques públicos y lotes privados de todo tipo (residencial, institucional, etc.). Esta especie es extremadamente resistente e invasiva, tiene una fácil diseminación vegetativa y tolera bien las duras condiciones urbanas. Además del kikuyo existen otros tipos de maleza en la ciudad, aunque no existe una lista de las especies encontradas. No todas las hierbas y plantas herbáceas de los espacios urbanos son maleza, y en las pocas quebradas no rellenas y áreas ribereñas de la ciudad aún se encuentran algunas especies herbáceas nativas.

Ornamentales cultivadas: Las plantas ornamentales (flores, rastreras y otras especies herbáceas) son muy comunes en espacios verdes públicos, especialmente en parterres de las grandes avenidas, redondeles y parques. Tampoco existe un inventario detallado de estas plantas, aunque se conoce que el vivero más grande de los dos que existen (Las Cuadras - Chillogallo) produce más de 70.000 plantas ornamentales por año para su siembra en espacios verdes públicos (Flores, comunicación personal, 1995). Se producen 45 especies tanto de plantas anuales como perennes, casi todas exóticas. El otro vivero (Guayllabamba) tiene una producción anual de aproximadamente 60.000 plantas ornamentales no leñosas, incluyendo más de 25 especies exóticas y nativas (Hernández, comunicación personal, 1995). En el Anexo 5 aparece una lista de las especies ornamentales actualmente producidas por la municipalidad.

En lotes privados ocupados se siembra una considerable cantidad de flores y otras plantas ornamentales, especialmente en barrios residenciales de clase media y alta, pero casi todo jardín privado, independientemente



del barrio o el nivel socioeconómico, tiene alguna planta ornamental. Las propiedades institucionales y comerciales también suelen incluir plantas ornamentales en sus jardines, aunque las industrias o talleres domésticos pequeños con frecuencia no tienen espacio para aquellas. No existe una cuantificación de estas plantas atendidas privadamente ni una lista de las especies sembradas.

Los suelos baldíos dentro del núcleo urbano generalmente no tienen plantas ornamentales, excepto las diseminadas por regeneración natural.

Análisis de resultados por punto de muestreo

1A. Estación Quitumbe

Se trata del sitio donde se construirá también el estacionamiento o cochera, el área corresponde a una zona netamente urbana, las especies de plantas vasculares registradas fueron: *Acacia dealbata* (aromo), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Phoenix canariensis* (palma fénix), *Sambucus nigra* (tilo), *Taraxacum officinale* (diente de león) y *Yucca aloifolia* (palma).

1B. Estación Quitumbe, Parque Atacazo (Bosque de Suro)

Este punto de muestreo corresponde al área de influencia de la Estación Quitumbe, se trata de una pequeña quebrada donde se ha construido el parque lineal Atacazo. En esta área se registraron las especies: *Acacia dealbata* (aromo), *Acacia longiflora* (acacia), *Baccharis latifolia* (chilca), *Bidens andicola* (ñachag), *Calendula officinalis* (caléndula), *Callistemon viminalis* (cepillo), *Cupressus macrocarpa* (ciprés), *Delostoma integrifolium* (yalomán), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto aromático), *Eucalyptus globulus* (eucalipto), *Ipomoea purpurea*, *Lupinus pubescens* (falso chocho), *Passiflora mixta* (taxo de monte), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Pinus radiata* (pino de Monterey), *Sambucus nigra* (tilo), *Tagetes multiflora* (tzintzo), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tecoma stans* (cholán), *Trifolium repens* (trébol), *Verbena litoralis* (verbena) y *Yucca aloifolia* (palma).

2. Estación Morán Valverde

Se trata de un área netamente urbana, cuya vegetación se concentra en los parterres y en el redondel de la Tnte. Ortiz, Morán Valverde y Cóndor Ñan. En esta área se registraron las siguientes especies: *Callistemon viminalis* (cepillo), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *pinus radiata* (pino de Monterey), *Sambucus nigra* (tilo), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Trifolium repens* (trébol) y *Yucca aloifolia* (palma).

3. Estación Solanda Parque Lineal La Raya

Este punto de muestreo corresponde al área de influencia de la Estación Solanda, se trata de una pequeña quebrada donde se ha construido el parque lineal La Raya. En esta área se registraron las especies: *Abutilon striatum* (farol chino), *Acacia dealbata* (aromo), *Acacia longiflora* (acacia), *Agave americana* (cabuyo negro), *Anethum graveolens* (eneldo), *Baccharis latifolia* (chilca), *Calendula officinalis* (calendula), *Callistemon viminalis* (cepillo), *Cortaderia jubata* (sigze), *Cucurbita ficifolia* (sambo), *Hibiscus rosa-sinensis* (cucarda), *Ipomoea purpurea*, *Lupinus pubescens* (falso chocho), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Ricinus communis* (higuerilla), *Schinus molle* (molle), *Solanum aloysiifolium* (hierba mora), *Tagetes multiflora* (tzintzo), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tecoma stans* (cholán), *Trifolium repens* (trébol) y *Verbena litoralis* (verbena).

4. Estación El Calzado

Se trata de un área de parque lineal. Se registraron las especies: *Abutilon striatum* (farol chino), *Acacia dealbata* (aromo), *Acacia longiflora* (acacia), *Callistemon viminalis* (cepillo), *Hibiscus rosa-sinensis* (cucarda), *Ipomoea purpurea*, *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Schinus molle* (molle), *Senna didymobotrya* (senna), *Taraxacum officinale* (diente de león) y *Trifolium repens* (trébol).

5. Estación El Recreo

Se trata de un área netamente urbana, cuya vegetación se concentra en los parterres. En esta área se registraron las especies: *Acacia dealbata* (aromo), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) y *Taraxacum officinale* (diente de león).

6A. Estación La Magdalena

El registro de datos se realizó en la Avenida Rodrigo de Chávez, frente al edificio del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, se trata de un área netamente urbana, cuya vegetación se concentra en los parterres. En esta área se registraron las especies: *Acacia dealbata* (aromo), *Cupressus macrocarpa* (ciprés), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) y *Taraxacum officinale* (diente de león).

6B. Estación La Magdalena

Este punto de muestreo se ubica en la Av. Rodrigo de Chávez y esquina 5 de junio, trata de un área netamente urbana, cuya vegetación se concentra en los parterres. Se registraron las especies: *Acacia dealbata* (aromo), *Cupressus macrocarpa* (ciprés) y *Taraxacum officinale* (diente de león).



7. Estación San Francisco

Se trata de un área netamente urbana, ubicada en el centro de la ciudad de Quito, en este sector no se registraron especies de plantas vasculares.

8. Estación La Alameda

Este punto de muestreo se ubica entre las calles Av. 10 de agosto y Antonio Elizalde, frente al ex Banco Central. Se trata de un parque urbano, en el cual se registraron: *Abutilon striatum* (farol chino), *Acacia dealbata* (aromo), *Acacia longiflora* (acacia), *Agapanthus africanus* (azucena africana), *Alnus acuminata* (aliso), *Callistemon viminalis* (cepillo), *Cupressus macrocarpa* (Ciprés), *Delostoma integrifolium* (yalomán), *Ficus elástica* (caucho), *Hibiscus rosa-sinensis* (cucarda), *Juglans neotropica* (nogal), *Neriun olenader* (laurel rosado), *Parajubaea cocoides* (coco cumbi), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Persea americana* (aguacate), *Phoenix canariensis* (palma fénix), *Pinus patula* (pino rojo), *Pinus radiata* (pino de Monterey), *Sambucus nigra* (tilo), *Schinus molle* (molle), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tecoma stans* (cholán) y *Trifolium repens* (trébol).

9. Estación El Ejido

Se trata de un parque urbano, en el cual se registraron: *Abutilon striatum* (farol chino), *Acacia dealbata* (aromo), *Acacia longiflora* (acacia), *Agapanthus africanus* (azucena africana), *Alnus acuminata* (aliso), *Callistemon viminalis* (cepillo), *Cupressus macrocarpa* (Ciprés), *Delostoma integrifolium* (yalomán), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto aromático), *Hibiscus rosa-sinensis* (cucarda), *Juglans neotropica* (nogal), *Neriun olenader* (laurel rosado), *Parajubaea cocoides* (coco cumbi), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Persea americana* (aguacate), *Phoenix canariensis* (palma fénix), *Pinus patula* (pino rojo), *Pinus radiata* (pino de Monterey), *Sambucus nigra* (tilo), *Schinus molle* (molle), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tecoma stans* (cholán), *Trifolium repens* (trébol) y *Yucca aloifolia* (palma). Algunas de estas plantas tienen la categoría de patrimoniales.

10. Estación Universidad Central

Se trata de un pequeño sector del campus universitario, en el cual se registraron: *Abutilon striatum* (farol chino), *Acacia dealbata* (aromo), *Acacia longiflora* (acacia), *Agapanthus africanus* (azucena africana), *Alnus acuminata* (aliso), *Callistemon viminalis* (cepillo), *Cupressus macrocarpa* (Ciprés), *Delostoma integrifolium* (yalomán), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto aromático), *Hibiscus rosa-sinensis* (cucarda), *Juglans neotropica* (nogal), *Neriun olenader* (laurel rosado), *Parajubaea cocoides* (coco cumbi), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Persea americana* (aguacate), *Phoenix canariensis* (palma fénix), *Pinus patula* (pino rojo), *Pinus radiata* (pino de Monterey), *Prunus serótina* (capulí), *Sambucus nigra* (tilo), *Sapium sebiferum* (sapium),

Schinus molle (molle), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tecoma stans* (cholán), *Trifolium repens* (trébol) y *Yucca aloifolia* (palma).

11. Estación La Pradera

Se trata de un área netamente urbana, en el cual se registraron: *Callistemon viminalis* (cepillo), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Phoenix canariensis* (palma fénix), *Taraxacum officinale* (diente de león) y *Yucca aloifolia* (palma).

12. Estación La Carolina

Se trata de un parque urbano, en el cual se registraron: *Abutilon striatum* (farol chino), *Acacia dealbata* (aromo), *Acacia longiflora* (acacia), *Agapanthus africanus* (azucena africana), *Alnus acuminata* (aliso), *Callistemon viminalis* (cepillo), (cepillo), *Cupressus macrocarpa* (Ciprés), *Delostoma integrifolium* (yalomán), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto aromático), *Eucalyptus globulus* (eucalipto), *Hibiscus rosa-sinensis* (cucarda), *Juglans neotropica* (nogal), *Neriun olenader* (laurel rosado), *Parajubaea cocoides* (coco cumbi), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Persea americana* (aguacate), *Pinus patula* (pino rojo), *Pinus radiata* (pino de Monterey), *Sambucus nigra* (tilo), *Schinus molle* (molle), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tecoma stans* (cholán), *Trifolium repens* (trébol) y *Yucca aloifolia* (palma).

13. Estación Iñaquito

Este punto de muestreo se ubica entre las calles Av. Amazonas y Unión Nacional de Periodistas (Esquina), se trata de un netamente urbana, en el cual se registraron: *Acacia dealbata* (aromo), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Phoenix canariensis* (palma fénix), *Taraxacum officinale* (diente de león) y *Yucca aloifolia* (palma).

14. Estación Jipijapa

Este punto de muestreo está ubicado entre las calles Av. Amazonas y Thomas de Berlanga (Esquina), se trata de un área netamente urbana, en el cual se registraron: *Acacia dealbata* (aromo), *Agave americana* (Cabuyo negro), *Hibiscus rosa-sinensis* (cucarda), *Parajubaea cocoides* (coco cumbi), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Phoenix canariensis* (palma fénix), *Taraxacum officinale* (diente de león) y *Yucca aloifolia* (palma).

15. Estación El Labrador

Este punto de muestreo se ubica en la cabecera Sur del aeropuerto Mariscal Sucre de Quito, se trata de un área netamente urbana, en el cual se registraron: *Acacia dealbata* (aromo), *Callistemon viminalis* (cepillo), *Hibiscus*



rosa-sinensis (cucarda), *Pelargonium grandiflorum* (geranio), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Sambucus nigra* (tilo), *Schinus molle* (molle), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tecoma stans* (cholán).

Conclusiones

El área de estudio es netamente urbana, las especies de plantas vasculares son en la mayoría de los casos introducidas y cultivadas con fines ornamentales.

Mediante la aplicación de la metodología cualitativa de colecciones o registros al azar, se obtuvo un total de 44 especies y 27 familias botánicas, el 64% de las especies es de origen introducido, la mayoría de las especies se registraron en parques de la ciudad por donde atraviesa el proyecto.

No se registraron especies endémicas, así como tampoco especies bajo las categorías CITES ni UICN.

De acuerdo al uso de las plantas se reportó el 43% de las especies son ornamentales, especies cultivadas en áreas verdes como parques y parterres a lo largo del proyecto.

7.2.2. Fauna

Introducción

El estudio se realizó en las diferentes estaciones propuestas, la mayoría de sitios evaluados corresponden a zonas netamente urbanas, con algunas excepciones en las que aún existen quebradas o parques con flora nativa e introducida, que sirve de hábitat a algunas especies adaptadas a vivir en centros urbanos.

Se hizo una caracterización de la fauna registrada en las diferentes estaciones. La diversidad de fauna es bastante baja, la mayoría de especies registradas son generalistas y propias de hábitats abiertos.

De los vertebrados terrestres, el grupo mejor representado es el de las aves, esto tiene lógica si se considera que de las 1.616 especies que alberga nuestro país, alrededor del 40% de estas especies son de baja sensibilidad y adaptadas a vivir en sitios alterados, la presencia de mamíferos nativos fue escasa, pues son pocas las especies adaptadas a vivir en o cerca de centros urbanos, de igual forma la herpetofauna fue muy escasa.

Además del diagnóstico se describen los impactos ambientales presentes y potenciales sobre la fauna de la unidad de estudio y se hace referencia a especies relevantes registradas en el área de estudio. El trabajo de campo y el análisis de la información se realizaron en los meses de noviembre y diciembre del 2011. El área del diagnóstico paisajística mente estuvo conformada por Ecosistemas urbanos con pequeños áreas de vegetación nativa e introducida.

Objetivos

- Caracterizar la fauna del área de influencia del proyecto, mediante recorridos de observación y entrevistas a la gente en cada uno de los sitios evaluados.
- Definir las áreas sensibles desde el punto de vista biológico.
- Identificar impactos potenciales que podrían alterar la fauna de la zona, por acciones inherentes al proyecto.

Aspectos metodológicos

El diagnóstico de la fauna en el área de influencia de los sitios donde se ubicarán las estaciones se ejecutó en dos fases de trabajo; una de campo y una de laboratorio y procesamiento de datos. La aplicación de metodologías de investigación dependió directamente de las condiciones de conservación de cada estación de muestreo.

Fase de campo

Para la evaluación de la fauna terrestre se aplicaron las técnicas establecidas en el manual de métodos para Inventarios de Vertebrados Terrestres (Suárez y Mena, 1994), adaptadas para este proyecto. Las evaluaciones incluyeron: observaciones directas, registros auditivos y registros indirectos (huellas, excrementos, comederos, cadáveres etc.). El estudio de campo fue complementado mediante la realización de entrevistas a los pobladores locales sobre la presencia de fauna nativa.

Las entrevistas se realizaron utilizando láminas de fauna de la ciudad de Quito, para evitar sesgos en la información, este tipo de registro se hizo únicamente para aquellas especies con características morfológicas fácilmente apreciables y que no provoquen error en los entrevistados.

Para la estimación de la abundancia relativa se anotó el número de individuos de cada especie, ubicándolos en 3 categorías: de 1 a 2 individuos raro, de 3 a 9 poco común y de 10 o más común.

En las estaciones que presentaron zonas con cobertura vegetal, se realizaron grabaciones de cantos de aves y herpetofauna y recorridos de observación. Para esto se utilizaron binoculares 8X - 45X y una grabadora convencional Sony con Micrófono Dinámico Unidireccional Saul Mineroff Electronics, Inc. SME-ATR55, para luego realizar el respectivo análisis de los datos obtenidos.



Sustento bibliográfico

Para la clasificación taxonómica de las aves y su nomenclatura en español, se utilizaron las referencias sistemáticas de *Ridgely et al.*, (1998) y Ridgely & Greenfield (2001) y Aves de Quito (Carrión, 1986); para la clasificación taxonómica de las especies de mamíferos y sus nombres comunes en español se utilizó el texto Mamíferos del Ecuador (Tirira, 1999) y la guía de campo de los Mamíferos de Ecuador (Tirira, 2007), y las referencias sistemáticas de Coloma y Quiguango (2006), Vitt y De La Torre (1996) y Duellman y Rodríguez (1994).

Para determinar el nicho trófico se consideró la dieta de la familia a la que taxonómicamente pertenece la especie, con base en las publicaciones de Ortiz y Carrión (1991) y Ridgely & Greenfield (2001), la Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2007), Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical (Emmons, 1999) y la revisión de varios estudios y textos relacionados con anfibios y reptiles, consultas en línea y experiencias de los investigadores.

Para la ubicación de especies en peligro de extinción, endémicas o amenazadas, se consideró el criterio de la publicación del Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) y la guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira 2007), del Libro Rojo de los Reptiles del Ecuador (Carrillo, et al., 2005) y Estatus Poblacional y de Conservación de los Anfibios del Ecuador (Coloma, et al 2004), UICN (2004) y CITES (2004), el Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo, et al., 2002) y una lista anotada de las aves del Ecuador continental (Ridgely et al., (1998).

Para determinar el nivel de sensibilidad de las especies registradas, se utilizó la publicación de Stotz, et al (1996), la Guía de campo de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2007), la Guía de campo de los reptiles del Ecuador (Valencia, et al., 2008) y la guía de campo de los anfibios del Ecuador (Valencia, et al., 2008).

Los registros por información se realizaron con base a entrevistas realizadas a los pobladores locales y con ayuda de las láminas de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 1999) y la Guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2007).

Los cantos de las especies de anfibios fueron identificados mediante la colaboración de personal de la Fundación Herpetológica Gustavo Orcés (Vivarium).

Clasificación zoogeográfica

Según el Mapa Zoogeográfico del Ecuador (Albuja *et al.*, 1980), el área de estudio pertenece al Piso Templado, esta unidad comprende las estribaciones de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes, en alturas que van desde los 1.800 m hasta los 3.000 m, limitando con los pisos Subtropical y Altoandino.

Para realizar este estudio, se establecieron 18 puntos de muestreo en las 15 estaciones y sus áreas de influencia, 16 puntos de muestreo están ubicadas en zonas totalmente urbanizadas, mientras que las dos restantes, se encuentran junto a parques y quebradas con cierta vegetación nativa e introducida, que sirve de hábitat a algunas especies de fauna adaptada a este tipo de ecosistemas.

Análisis y discusión de resultados

Aves

Dentro de la fauna de vertebrados terrestres, el grupo de las aves es el más representativo en el área de estudio, tanto por su riqueza de especies como por su abundancia ya que es el grupo mejor adaptado a vivir en este tipo de ecosistemas; gracias a sus preferencias alimenticias, requerimientos de hábitats y capacidad de dispersión, este grupo de vertebrados es parte de las actividades del ser humano incluso en las grandes ciudades.

En los 18 puntos de muestreo se registraron un total de 13 especies de aves, pertenecientes a 10 familias y 5 órdenes. Éste número de especies representan el 0,87% del total de aves registradas para el Ecuador Continental y es representativo si se considera que se trata de áreas ubicadas en zonas urbanas con escasa vegetación natural (Ver Cuadro).

Cuadro 7.71 Especies de aves registradas en las estaciones de muestreo

ORDENES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	S	AR	GA
FALCONIFORMES					
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Quilico	L	C	Ca
COLUMBIFORMES					
COLUMBIDAE	<i>Senaia auriculata</i>	Tórtola orejuda	L	C	SE
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	L	A	Se
STRIGIFORMES					
TYTONIDAE	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	L	R	Ca
APODIFORMES					
TROCHILIDAE	<i>Colibrí coruscans</i>	Orejivioleta ventriazul	L	C	Ne
	<i>Lesbia victoria</i>	Tijereta colinegra	L	C	Ne
PASSERIFORMES					
TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pájaro brujo	L	U	I
THRAUPIDAE	<i>Anisognathus igniventris</i>	tangara montana	M	R	F



ORDENES	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	S	AR	GA
CARDINALIDAE	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Picogrueso amarillo	L	R	Se
HIRUNDINIDAE	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azuliblanca	L	C	I
TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo grande	L	A	Se
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	L	A	Se
	<i>Cataenia analis</i>	Semillero	L	C	Se
CA= categoría de abundancia, R = raro, U = poco común, C = común, S = sensibilidad, L = baja, H = alta, M = media. GA = gremio alimenticio, Car = carroñero, Ca = carnívoro, F = frugívoro, Ne = nectarívoro, I = insectívoro, Se = semillero, O = omnívoro					

Fuente: Elaboración propia, 2011

De las 13 especies de aves registradas en el estudio, las familias Columbidae, Trochilidae y Emberezidae presentaron dos especies, el resto de familias reportadas estuvieron representadas por una especie. A nivel de orden, el grupo que tuvo mayor representatividad es el de los pájaros propiamente dichos (Passeriformes) con seis familias y siete especies.

Por ser una zona con pocas condiciones naturales, un gran número de especies fueron catalogadas como comunes y abundantes (9 en total) y lógicamente son aves generalistas y colonizadoras, una se evaluó en la categoría poco común y 3 en la categoría rara.

Cuatro especies se registraron en la mayoría de estaciones de muestreo y pueden considerarse las más comunes en el área de estudio, estas son: la tórtola orejuda (*Senaida auriculata*), la paloma doméstica (*Columba livia*), el mirlo grande (*Turdus fuscater*) y el gorrión o chingolo (*Zonotrichia capensis*).

Entre las especies raras están la tangara montana (*Anisognathus igniventris*), que se registró únicamente en la Universidad Central; la lechuza del campanario (*Tyto alba*) en La Carolina; el picogrueso amarillo (*Pheucticus chrysogaster*) en La Carolina y el pájaro brujo (*Pyrocephalus rubinus*) en dos estaciones: La Carolina y parque Atacazo.

El 69% de las especies registradas, están dentro de los gremios alimenticios frugívoro – semillero y nectarívoro, es decir que se alimentan de estructuras vegetales, lo que indica que los requerimientos alimenticios para estos dos grupos de aves se facilita en relación al resto de gremios alimenticios. La mayoría de estas aves son de baja sensibilidad, incluso muchas de ellas se alimentan cerca del área de estudio, obteniendo sus nutrientes tanto de la vegetación nativa como introducida.

Por sus hábitos nectarívoros los colibríes desempeñan una esencial función polinizadora en los bosques. En el área de estudio se registraron 2 especies de colibríes, lo cual no es un número representativo si se considera la gran diversidad de esta familia en este piso zoogeográfico. Las poblaciones de esta familia se ven favorecidas por la gran cantidad de néctar que proveen las plantaciones de eucalipto y las plantas introducidas, por tratarse de especies de baja sensibilidad.

Es importante destacar la presencia de dos especies de aves carnívoras en las estaciones Universidad Central, La Carolina y Solanda. Se registró una pequeña rapaz diurna adaptada a los parques de Quito, comúnmente se conoce con el nombre de Quilico (*Falco sparverius*), se alimenta de aves pequeñas, lagartijas e invertebrados grandes. Según información de personal que ha trabajado en el parque La Carolina, existen avistamientos de la lechuza del campanario (*Tyto alba*), que es una pequeña rapaz nocturna que se alimenta de roedores, lagartijas, murciélagos e invertebrados grandes.

No se registraron especies de aves de alta sensibilidad, solo una especie de sensibilidad media, que son aquellas que se pueden registrar tanto en zonas ligeramente alteradas como en zonas en buen estado de conservación, el resto de especies (12) son de baja sensibilidad; son especies adaptadas para vivir en sitios alterados y colonizan con facilidad zonas urbanas.

Todas las especies registradas presentan densas poblaciones con gran éxito reproductivo en sitios alterados; sin embargo, por tratarse de especies adaptadas a zonas urbanas, muchas veces son víctimas de agresiones humanas.

De acuerdo a la lista del Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo et al, 2002) y la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ninguna de las especies registradas presenta actualmente problemas de conservación, de igual manera no se registraron especies endémicas ya sea locales o regionales.

Cuatro de las trece especies están protegidas en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre), estas son: el Quilico (*Falco sparverius*), la lechuza del campanario (*Tyto alba*) y las dos especies de colibríes (*Colibri coruscans* y *Lesbia victoriae*).

El Apéndice II, incluye a especies no amenazadas, pero que pueden serlo si su comercio no es controlado o especies generalmente no comercializadas, pero que requieren protección y no deben ser traficadas libremente.

Mamíferos

En la actualidad, dentro de los micromamíferos terrestres de toda la zona urbana de Quito, concurren las tres especies de roedores introducidos de la familia Muridae, tales como el ratón doméstico (*Mus musculus*), la rata negra (*Rattus rattus*) y la rata noruega (*Rattus norvegicus*).



En cuanto a la mastofauna nativa, según información de los pobladores locales en la quebrada ubicada en la estación Solanda, esporádicamente se observan individuos de la raposa o zarigüeya andina (*Didelphis pernigra*), este es un mamífero de hábitos generalistas adaptado a vivir cerca de zonas urbanas y resiste con facilidad los cambios de su entorno, debido principalmente a su dieta omnívora oportunista, que incluye una gran variedad de nutrientes (insectos, invertebrados, ratas y otros vertebrados pequeños, frutos, desechos orgánicos, aves de corral, etc). Aparte de la raposa andina no se registraron otras especies de mamíferos nativos.

Herpetofauna

Debido a las características de las zonas urbanas, que no están acorde con las ecológicas de la herpetofauna, este grupo de vertebrados es escaso en el área de estudio y en toda la zona urbana de Quito. Para la clase anfibia se registró una especie de la familia Strabomantidae, el cutín de Quito (*Pristimantis unistrigatus*). La ecología reproductiva de esta especie le ha permitido adaptarse a los jardines y parques de Quito, pues este pequeño sapo no necesita de cuerpos de agua para su reproducción ya que pasa directamente de huevo a estado adulto, sin pasar por la etapa larvaria de renacuajo.

No se confirmó en campo, pero es posible que en las estaciones La Carolina y Universidad Central, aun persista la ranita marsupial de la familia Hemiphractidae (*Gastrotheca riobambae*), antes común en los alrededores de la ciudad de Quito. Actualmente esta especie se encuentra amenazada a nivel global en la categoría En Peligro (EN).

Las especies de herpetofauna mencionadas anteriormente, se alimentan de una gran variedad de insectos e invertebrados, por ello son de gran beneficio en las zonas urbanas y áreas verdes, ya que ayudan a controlar las poblaciones de insectos, incluyendo plagas de insectos perjudiciales para el ser humano y sus sistemas productivos.

Reptiles

En cuanto a la clase Reptilia únicamente se registró una especie; se trata de la lagartija de jardín, orden Sauria (*Pholidobulus montiun- Teiidae*). Este reptil se distribuye en todas las áreas verdes de la ciudad de Quito; incluso, en construcciones y viviendas abandonadas es fácil encontrarla.

Insectos terrestres

Se registró la presencia de pocos grupos de invertebrados, siendo los más abundantes: las abejas (familia Apidae), las avispa (familia Vespidae), hormigas (familia Formicidae), los zancudos (familia Culicidae), moscos, mosquitos (familia muscidae), saltamontes (familia tettigoniidae), grillos (familia Gryllidae) y diferentes familias de mariposas (Orden Lepidoptera).

Dos especies de insectos fueron comunes en las 18 estaciones de muestreo, más aun en aquellas estaciones ubicadas en sitios con áreas verdes, estas son: la mosca doméstica (*Musca doméstica*) de la familia Muscidae y la abeja mielera o doméstica (*Apis mellifera*).

El área de influencia directa a los sitios donde se construirán las estaciones del Metro, también forma parte del área urbana. En esta zona los invertebrados son presa fácil de depredadores y parásitos; algunos procesos vitales como la alimentación y la ovoposición son difíciles (sino imposibles) de ser desarrollados debido a la especificidad que tienen los invertebrados con sus hospederos, por tal razón han desaparecido varios grupos de microfauna y han ganado espacio las especies colonizadoras, propias de sitios alterados y de baja diversidad.

Conclusiones generales

El área de influencia al sector donde se ubicarán las estaciones del Metro, se encuentra en zona urbana, en algunos casos con parques y jardines importantes para la fauna adaptada a vivir en presencia del ser humano e importante para los ecosistemas urbanos, como parte de su recurso paisajístico.

Pese a la poca disponibilidad de hábitats para la fauna nativa que presenta el área de estudio, las áreas verdes, quebradas y jardines se han convertido en refugios importantes para la fauna nativa de características generalistas, es decir, no tienen preferencias de hábitat y son de baja sensibilidad, por lo que sus poblaciones naturales pueden recuperarse fácilmente después de algún impacto.

La fauna de vertebrados fue evaluada mediante recorridos de observación, para cada grupo – aves, mamíferos, herpetofauna e insectos terrestres.

De las 17 especies de vertebrados terrestres registradas en el área, una presenta problemas de conservación, no se registraron especies endémicas a nivel local o regional y ninguna es de alta sensibilidad a las alteraciones de su entorno.

Las actividades del metro no deben afectar las áreas verdes cercanas a la diferentes estaciones, ya que son el refugio de las pocas especies de fauna nativa que aún conserva la ciudad de Quito.

7.3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Quito es el centro político, económico, financiero, administrativo, turístico y cultural que tiene alcance nacional y regional y fue la primera ciudad declarada, junto a Cracovia en Polonia, como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la Unesco el 18 de septiembre de 1978.



Quito es un territorio diverso y complejo, asiento de importantes culturas aborígenes y de la colonización hispánica. Está integrada por 65 parroquias, 32 urbanas y 33 rurales que están agrupadas en 9 administraciones zonales y dos delegaciones¹³. La superficie de las parroquias urbanas es considerablemente menor en relación a las otras; sin embargo, son las que albergan la mayor cantidad de población, lo que produce una diferencia de 73 a 1 en cuanto a la densidad.

Durante las dos últimas décadas, Quito y su región metropolitana ha experimentado significativas transformaciones urbano-espaciales creando una suerte de ciudad dispersa que incorpora poblados y áreas agrícolas de los valles colindantes, generando un complejo y dinámico sistema de interrelaciones e interdependencias.

En medio del despliegue de actividades modernas, la ciudad ha sufrido un deterioro urbano, incremento de la pobreza y precarización del trabajo¹⁴.

A continuación se señalan algunos datos socio económicos y demográficos de la ciudad, los mismos han sido tomados de los Censos 2001 y 2010 (INEC), Encuesta de Condiciones de Vida (INEC 2006) y del Plan Quito, Siglo XXI-2, Estrategia de Desarrollo de DMQ al 2025, Documento de la Alcaldía Metropolitana (2004), Estudio de Prefactibilidad Proyecto Sistema de Transporte Masivo por Ferrocarril Urbano en la Ciudad de Quito, Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, Estudio de viabilidad socioeconómica del Estudio de factibilidad y Estudios para el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito.

7.3.1. Aspectos Demográficos¹⁵

Quito es la segunda ciudad más poblada del Ecuador, después de Guayaquil. Según el Censo 2010 la población es de 2.239.191 habitantes, lo que representa el 15% del total de la población del país (ver Cuadro).

¹³ Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025

¹⁴ Documento de Sistematización Fortaleciendo la participación e incidencia política de las mujeres autoridades electas de gobiernos locales en la Región Andina y Centroamérica, Municipio de Quito, UN-Instraw, PROCAISUR, Abril 2010.

¹⁵ Gran parte de la información ha sido tomada de los Estudios para el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito

Cuadro 7.72 Población de Quito según Censo 2010

No. Habitantes Censo 2010	2.239.191
% población del país	15%
% población de Pichincha	87%
Población urbana	1.619.146 (72%)
Población suburbana y rural	620.045 (28%)
Población 2022	2.699.924
Tasa de crecimiento anual: 1974-1982 2010-2020	4,5% 1,7%

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Población 2010

El DMQ es un cantón netamente urbano, un 73% de la población se localiza en el área urbana de la ciudad y el 27% restante corresponde a población suburbana y rural.

Población

La densidad promedio de ocupación del área urbana de Quito es de 91,1 hab/ha, que se considera una densidad media baja. Este fenómeno se constituye en un problema al momento de la provisión y cobertura de servicios básicos, incluida la oferta de transporte. La relativa dispersión de la población requiere de mayor inversión para obtener un nivel de cobertura similar al de los enclaves con una mayor densidad de población.

Según el Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025, en el área urbana de Quito, a partir de los años 80 se desacelera el crecimiento poblacional, decrece desde 4,34% (1982) a 2,07% en 2005, en tanto que en el área suburbana existe un crecimiento anual desde principios de los años 80 hasta la actualidad de 0,71% a 4,68%, que se explica por una multitud de factores: la implantación de las actividades agroexportadoras en las parroquias orientales, los movimientos migratorios debido al menor costo del suelo en algunas zonas como por ejemplo Calderón, mejores condiciones ambientales en los Valles Orientales.

Existen dos fuentes que han realizado proyecciones de la población en el DMQ hasta el año 2020, las estadísticas y proyecciones de población realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

Para las proyecciones de población más allá del año 2020, Cal y Mayor y Asociados hizo una estimación en el Estudio de demanda transporte del DMQ que realizó en el 2008, utilizando como dato de partida las proyecciones del INEC y el PGDT.

Adicionalmente, el equipo de Movilidad y Demanda de Metro Madrid realizó a finales de 2010 un análisis de los aspectos demográficos del DMQ, que se consideran más fiables por ser más recientes¹⁶.

Los resultados obtenidos se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 7.73 Proyecciones de población para el DMQ

En habitantes							
	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
No. Habitantes DMQ	2.385.605	2.655.343	2.962.601	3.237.944	3.538.885	3.867.805	4.227.304
Urbana	1.736.541	1.875.290	2.025.125	2.211.146	2.414.255	2.636.020	2.878.156
Suburbana	649.064	780.053	937.476	1.026.798	1.124.631	1.231.785	1.349.148
Densidad de población (hab/ha)							
Urbana	91	98,3	106,4	116,1	126,8	138,4	151,2
Suburbana	1,6	1,9	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3

Fuente: Elaboración propia con base en Estudios para el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito. 2011

Se estima que el crecimiento de la población del DMQ será previsiblemente desigual, existiendo zonas donde se producirá un gran desarrollo. Para el año 2025 se estima que la población del Distrito Metropolitano de Quito estará concentrada mayoritariamente en cuatro áreas:

- En el sur Quitumbe
- En el norte Carapungo-Calderón
- En la parroquia de Conocoto
- En las laderas del Pichincha

¹⁶ Los datos definitivos del Censo de Población 2010 no están oficialmente en la página del Instituto de Estadísticas y Censos. Cuando se disponga de los datos oficiales se podrá actualizar esta información.

De otra parte, la población de Quito es relativamente joven, puesto que cerca del 50% son menores de 24 años y 29% están entre los 25 y 44 años. Se está viviendo un proceso de transición demográfica con un crecimiento del porcentaje de población joven y en edad de trabajar y de la población de la tercera edad¹⁷.

La población de la ciudad está compuesta por un 83,3% de mestizos, 7,5% blancos, 5,3% indígenas, 1,7% mulatos y 1,6% negros, por lo que es fácilmente observable que se trata de una ciudad diversa y multicultural; sin embargo, los indígenas y afrodescendientes son grupos minoritarios que sufren múltiples exclusiones.

Cuadro 7.74 Distribución de la población por etnia en porcentajes

ETNIA	TOTAL	URBANO	SUBURBANO
Mestizo	83,8	83,8	83,7
Blanco	7,5	8,3	4,8
Indígena	5,3	4,5	8,2
Mulato	1,7	1,6	2,2
Negro	1,6	1,8	1,1
Otro	0,1	0,1	0,0

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta de Condiciones de Vida 2005-2006

7.3.2. Indicadores sociales

Pobreza

La pobreza es un fenómeno multidimensional definido como la insatisfacción de una o más necesidades humanas básicas y la carencia de oportunidades para satisfacerlas. La pobreza está estrechamente vinculada con la distribución y rendimiento de los activos económicos, sociales, políticos, ambientales y de infraestructura en la sociedad.

Como se puede observar en el siguiente Cuadro el indicador de pobreza y extrema pobreza para el DMQ es significativamente inferior a los índices que se presentan a nivel país.

¹⁷ Encuesta de Condiciones de Vida (ECV 2006)



Cuadro 7.75 Indicadores de pobreza en porcentaje de la población total

INDICADOR	QUITO %	PAÍS%
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	33,59	61,26
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	10,12	31,95

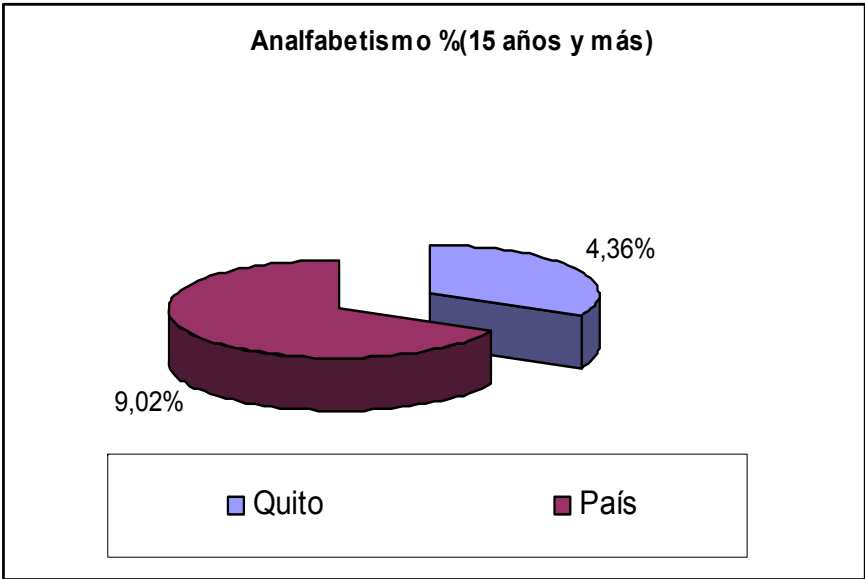
Fuente: Elaboración propia con base en INEC, 2011

Estos resultados permiten deducir que la capital del Ecuador brinda mejores oportunidades para el empleo, la educación y provisión y calidad de los servicios, e incluso con estándares internacionales.

Educación

La educación es uno de los indicadores más importantes para medir la calidad de vida y es uno de los mecanismos para salir de la pobreza. En términos generales, los indicadores de educación de la población del DMQ son relativamente altos, especialmente en el área urbana. Sin embargo, si se compara la población pobre con la no pobre se observa que en la primera hay el doble de analfabetos, tres veces más analfabetos funcionales, tres años menos de escolaridad y seis veces menos población universitaria. Igualmente, al realizar una comparación a nivel nacional prácticamente el país tiene el doble de analfabetos que Quito.

Figura 7.229 Porcentaje de analfabetismo



Fuente: Elaboración propia con base en INEC, 2011

Salud¹⁸

En cuanto a la situación de la salud en el DMQ, la esperanza de vida al nacer es de 67 años en promedio¹⁹. La tasa de mortalidad general es de 5,1 por cada 10.000 habitantes²⁰. El perfil de morbi-mortalidad es de transición epidemiológica, donde coexisten enfermedades infecciosas y crónico-degenerativas.

Respecto de la salud reproductiva, la tasa global de fecundidad es de 3,4 niños por mujer²¹. En lo que concierne a la salud de la niñez, la tasa de mortalidad infantil es de 32,8 niños por cada 1.000 niños nacidos vivos²². El indicador de desnutrición crónica²³ muestra que en Quito un 46% de los niños menores de 5 años se encuentran en estado de desnutrición.

7.3.3. Aspectos económicos

La población económicamente activa del DMQ se concentra en Quito (77%) en particular en las administraciones zonales Eloy Alfaro, Eugenio Espejo, la Delicia y Manuela Sáenz. El resto de la población económicamente activa se sitúa en el área sub urbana. Este ratio se mantiene para la población en edad de trabajar²⁴.

La mayor densidad de empresas se concentra en el centro y norte de Quito (Centro Histórico, El Ejido, La Mariscal, La Colón y La Pradera). Se constituye de esta forma un hipercentro económico. La población económicamente activa reside mayoritariamente en sectores periféricos a esta zona.

La gran concentración de empleos y servicios públicos (como salud y educación) en el hipercentro obliga a una gran cantidad de la población en edad de trabajar a realizar continuos desplazamientos hacia este sector. Estos desplazamientos constituyen aproximadamente el 47% del total de viajes motorizados diarios del DMQ. Este gran número de viajes hacia y desde el hipercentro, combinado con las capacidades viales de la zona, explican la congestión que experimenta el lugar.

¹⁸ Plan Quito Siglo XXI. Alcaldía 2004
¹⁹ 68 años para el sector urbano y 64 años para el rural.
²⁰ Las principales causas de morbilidad ambulatoria son infecciones respiratorias agudas, parasitosis, enfermedad diarreica aguda, infección de vías urinarias, desnutrición, dermatitis, entre otras. Los egresos hospitalarios más frecuentes son partos, neumonía, hipertrofia prostática, bronquitis, colecistitis, entre otros. Las principales causas de muerte hacen referencia a enfermedades cerebro-vasculares, afecciones originadas en el periodo prenatal, enfermedades del corazón y accidentes de tránsito (INEC, Estadísticas Vitales. 2000).
²¹ Esta tasa es menor en el área urbana (3 niños por mujer) y mayor en el área rural (4,7 niños por mujer). El porcentaje de madres que han tenido un parto asistido profesionalmente es de 72,34% (Encuesta de Condiciones de Vida de 1999).
²² La tasa de mortalidad infantil para el área urbana es de 29,4 y para el área rural de 42,8 niños por cada 1.000 habitantes.
²³ Desarrollado por el DANS-CONADE-MSP, que combina información del censo de 1990 y las encuestas de condiciones de vida.
²⁴ Plan Maestro de Movilidad, EPMMP



Desde hace dos décadas la ciudad rompe con su forma tradicional de crecimiento y se proyecta conformando una amplia base económica industrial y comercial articulada a las cuencas agrarias más dinámicas de la región centro-norte de la Sierra.

La ciudad de Quito y sus regiones circundantes son el centro de una red urbana que articula un conjunto diverso y heterogéneo de zonas económicas y productivas; por una parte, un eje dirección norte-sur por el corredor interandino; y, por otra parte, otro eje dirección este-oeste que vincula la cuenca amazónica brasileña y el Atlántico con la cuenca del Pacífico.

Sin lugar a dudas, la actividad económica es muy variada. En Quito la construcción representa un 8,5%, la industria manufacturera el 14%, y concentra la mayor parte de la industria automotriz, es la primera exportadora nacional de flores, madera, productos no tradicionales como el palmito y espárragos y varios más provenientes de sus valles y del mismo distrito; mientras que la actividad comercial es muy variada y la ciudad concentra la mayor cantidad de empresas dedicadas a esta actividad a nivel nacional, con un 23,8% (Ver Cuadro).

Cuadro 7.76 Actividades económicas

RAMAS DE ACTIVIDAD	TOTAL (%)
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	6,9
Pesca	0,0
Explotación de minas y canteras	0,5
Industrias manufactureras	14,0
Suministros de electricidad, gas y agua	0,4
Construcción	8,5
Comercio al por mayor y menor	23,8
Hoteles y restaurantes	5,7
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	7,3
Intermediación financiera	1,6
Actividades inmobiliarias, empresariales	9,0
Administración pública y defensa	4,8
Enseñanza	5,0
Actividades de servicio social y de salud	3,0

RAMAS DE ACTIVIDAD	TOTAL (%)
Otras actividades comunitarias sociales	3,9
Hogares privados con servicio doméstico	5,6

Fuente: Elaboración propia, ECV, INEC, 2011

Es además, la segunda ciudad que más remesas recibe según estadísticas del Banco Central del Ecuador. Y por último y muy importante, la actividad turística, que es lo que más atrae a la ciudad y pretende concentrar y dedicar sus mayores esfuerzos. A partir de una gran inversión destinada a la regeneración urbana del Centro Histórico y otros lugares turísticos que empezó desde el año 2001 por parte del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, el turismo viene a ser una importante fuente de ingresos para la ciudad.

Finalmente, durante las últimas décadas la economía del DMQ ha consolidado su influencia regional y ha diversificado la producción y los servicios, con una parte de su producción orientada hacia el mercado internacional.

Empleo y situación laboral²⁵

La población ocupada se conforma en su mayoría de hombres (58%) frente a un 42% de mujeres. En cuanto a la estructura de la PEA según ramas principales de actividad, en el año 2001 el DMQ concentraba una muy significativa porción del total nacional²⁶.

Características semejantes se observan en lo relativo a la estructura de la PEA según grupos ocupacionales principales²⁷. En los últimos años, la subocupación ha crecido significativamente al pasar de 33,77% en 1998 a 50,74% en el 2000²⁸. Esta situación se ha revertido parcialmente desde el año 2003.

Es preocupante el desempleo de la juventud y de las personas con bajos niveles de educación²⁹, y alarmante el número de niños y adolescentes que trabajan en malas condiciones³⁰.

²⁵ Datos tomados del Plan Quito Siglo XXI, Alcaldía 2004.
²⁶ En minas y canteras el 21,3%; en manufactura el 24,3%; en electricidad, gas y agua el 18,8%; en construcción el 21,4%; en comercio, hoteles y restaurantes el 20,5%; en transporte, almacenamiento y comunicaciones el 21,8%; en servicios financieros el 33,4%; en servicios personales y profesionales el 22,7%; y, en otras el 24,2%.
²⁷ El DMQ contaba con alrededor del 34,8% de los profesionales y técnicos del país; el 28,7% de directores y funcionarios públicos superiores; el 26,8% del personal administrativo; el 28,6% de comerciantes y vendedores; el 21,3% de los trabajadores de los servicios; el 20,6% de los mineros, hilanderos y otros; y, el 20,6% de artesanos.
²⁸ La población subocupada está compuesta mayoritariamente por mujeres (67%). Las personas que disponen de un nivel de instrucción primario o secundario son las que conforman la población subocupada (40% y 39% respectivamente). En su mayoría están en el sector informal (54%); el sector moderno reúne al 36% de esta población.



En cuanto a la distribución del ingreso³¹, en el DMQ se concentraba el 28,3% del total nacional (en comparación con Guayaquil con el 27,2% y Cuenca con el 4,1%). Los ingresos promedio por hogar, per cápita y por perceptor en el DMQ son comparativamente más altos que en otras ciudades del país³².

Producto Interno Bruto

Quito es la segunda ciudad que más aporta al PIB Nacional luego de Guayaquil, y la segunda con mayor renta per cápita luego de Cuenca. Quito es la de mayor grado de recaudación de impuestos en el Ecuador por concepto de gravámenes según el Servicio de Rentas Internas (SRI), superando el 57% nacional el año 2009 y siendo en la actualidad la región económica más importante del país. Según reportes del Banco Central, en el año 2006 el aporte fue del 18,6% al PIB, generando 4.106 millones de dólares y en el 2009 el PIB de Quito fue de 10.650 millones de dólares aproximadamente por concepto de producción, 4.112 millones de dólares por concepto de adjudicación y 14.762 millones de dólares por concepto total de PIB.

En cuanto a la evolución y crecimiento anual del PIB³³, se incluyen las proyecciones elaboradas por el Equipo de Movilidad y Demanda, Metro Madrid, 2011 y presentadas en el Estudio para el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito. Los datos fueron obtenidos del Ministerio de Finanzas del Ecuador.

²⁹ El grupo comprendido entre 15 y 28 años participa con un importante 51% en el desempleo y la desocupación se concentra en los niveles de educación más bajos, primaria (26%) y secundaria (52%), siendo menor en el segmento de población con niveles de educación superior (22%).

³⁰ El DMQ tiene una población estimada (al 2001) de 418.465 niños y adolescentes de entre 6 y 18 años de edad que trabajan. De estos cerca del 6% (24.174) lo hacen a tiempo completo o con horario prolongado, de los cuales el 61% son hombres y el 39% mujeres. De los niños trabajadores el 78% solo trabaja y no asiste a ningún establecimiento de enseñanza formal. (Según la encuesta de Indicadores de Coyuntura del Mercado Laboral Ecuatoriano (BCE - PUCE).

³¹ Datos de la Encuesta de Hogares para el período agosto-octubre 2003.

³² En el DMQ el ingreso promedio por hogar era de USD 888, frente a Guayaquil con USD 682 y Cuenca con USD 738. El ingreso per cápita en el DMQ era de USD 237, mientras que en Guayaquil era de USD 162 y en Cuenca USD 176. Por su parte, el ingreso promedio por perceptor en el DMQ alcanzaba USD 485, en tanto que en Guayaquil era de USD 333 y en Cuenca de USD 398.

³³ Información tomada del Estudio para el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito. La mayor parte de indicadores sociales y económicos del Censo 2010 para el DMQ aún no están publicados oficialmente.

Cuadro 7.77 Crecimiento anual del Producto Interno Bruto

	2010	2011	2012	2013	2014
PIB Nominal (Millones de USD)	57.033	62.043	68.086	74.490	79.842
Crecimiento PIB Nominal (%)	9,6	8,8	9,7	9,4	7,2
Crecimiento PIB (%)		5,06	5,17	5,73	3,50

Fuente: Elaboración propia, 2011

Este estudio a su vez menciona que no existen proyecciones disponibles más allá del año 2014. Han supuesto que la tasa será de un 4% en el año 2016 y que disminuirá de forma gradual hasta alcanzar un 2,5% en el año 2045.

Ingresos de la población

Para el ingreso medio en el DMQ se utilizaron las proyecciones realizadas por Cal y Mayor en el Estudio de demanda de transporte en el DMQ, y que se resumen en el siguiente Cuadro.

Cuadro 7.78 Evolución de los ingresos medios (USD/hab/mes)

	Ingresos medios (USD/hab/mes)	%
2010	551	3,50
2015	655	3,00
2020	759	2,50
2025	859	2,00
2030	948	

Fuente: Elaboración propia, 2011

Para realizar esta estimación de los ingresos medios, se utilizó la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares Urbanos (ENIGHU) realizada en el 2004 por el INEC.

El salario medio en términos reales se proyectó en el tiempo utilizando la evolución del PIB real per cápita (datos del Ministerio de Finanzas) para los próximos cuatro años y el crecimiento de la población de 1,1% anual proyectado por el INEC.



7.3.4. Componente sociocultural

Uso del suelo

En el área de influencia del proyecto predomina la actividad residencial, sin embargo, en el área definida del trazado del Metro se ha venido dando un proceso de conversión gradual de los usos residenciales hacia fines comerciales y de servicio.

Usos actuales

El Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS) complementa la propuesta de organización y desarrollo territorial establecido por el Plan General de Desarrollo Territorial PGDT y determina con carácter normativo el uso, la ocupación y edificabilidad del suelo a través de la definición de los coeficientes y forma de ocupación, el volumen y altura de la edificación, las características de áreas y frentes mínimos para la habilitación del suelo, la categorización, dimensionamiento del sistema vial y la definición de áreas patrimoniales. Los usos son los siguientes:

Uso residencial: es el que tiene como destino la vivienda permanente, en uso exclusivo o combinado con otros usos de suelo compatibles, en áreas y lotes independientes y edificaciones individuales y/o colectivas del territorio.

Uso múltiple: corresponde al uso asignado a los predios con frente a ejes o ubicados en áreas de centralidad en las que pueden coexistir residencia, comercio, industrias de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles de acuerdo a las disposiciones del PUOS.

Uso industrial: es el destinado a la elaboración, transformación, tratamiento y manipulación de materias primas para producir bienes o productos materiales. El suelo industrial se clasifica en los siguientes grupos principales: de bajo impacto, de mediano impacto, de alto impacto, de alto riesgo y mixto. Está referido a la aplicación de la normativa ambiental, según los escenarios de control.

Uso equipamiento: es el destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios para satisfacer las necesidades de la población, garantizar el esparcimiento y mejorar la calidad de vida en el distrito; independientemente de su carácter público o privado, en: áreas del territorio, lotes independientes y edificaciones. En forma general los equipamientos se clasifican en equipamientos de servicios sociales y de servicios públicos y por su naturaleza y radio de influencia se tipifica como barrial, sectorial, zonal y de ciudad o metropolitano.

Uso protección ecológica: es un suelo no urbanizable con usos destinados a la conservación del patrimonio natural bajo un enfoque de gestión ecosistémica, que asegure la calidad ambiental, el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable. Corresponde a las áreas naturales protegidas del Distrito Metropolitano de Quito que

forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y del Subsistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas (SMANP). Para su gestión se consideran las categorías de manejo establecidas en la Ordenanza Metropolitana vigente de Prevención y Control del Medio Ambiente.

Uso patrimonial cultural: se refiere al suelo ocupado por áreas, elementos o edificaciones que forman parte del legado histórico o con valor patrimonial que requieren preservarse y recuperarse. Este suelo está sujeto a regímenes legales y a un planeamiento especial que determina los usos de suelo de estas áreas, compatibles con la conservación y recuperación arquitectónica y urbanística. Se clasifica en arqueológico, arquitectónico y urbanístico.

Uso recursos naturales: es el uso destinado al manejo, extracción y transformación de recursos naturales. La clasificación del uso es de recursos naturales renovables (agropecuario, forestal, piscícola) y recursos naturales no renovables (actividad minera).

Uso agrícola residencial: el uso agrícola residencial corresponde a aquellas áreas y asentamientos humanos concentrados o dispersos, vinculados con las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y piscícolas.

Uso comercial y de servicios: es el destinado a actividades de intercambio de bienes y servicios en diferentes escalas y coberturas, en uso exclusivo o combinados con otros usos del suelo en áreas de territorio, lotes independientes y edificaciones (individuales o en colectivo). Se clasifica en comercial y servicio barrial, comercial y de servicios sectorial, comercial y de servicios zonal, comercial y de servicios de ciudad o metropolitano.

A efectos de analizar, de manera general, el uso del suelo correspondiente a los sectores aledaños al trazado de la Primera Línea del Metro, se procedió a resumir lo concerniente a cada una de las estaciones y sus proximidades. A continuación se detalla cada una de las estaciones con las actividades y usos de suelo principales.

Terminal terrestre de Quitumbe: en este terminal se centralizan los autobuses que se dirigen al sur de Quito, a nivel interparroquial, provincial y nacional. Además, aquí llegan las líneas del trole, el corredor sur-oriental de BRT y el futuro corredor sur-occidental. Es pues un punto intermodal muy potente que debería ser servido. El uso del suelo en los alrededores es residencial con baja densidad.

La avenida Morán Valverde: esta avenida es un importante eje transversal en el sur de Quito, cuya continuación es la periférica Simón Bolívar. Muchas líneas convencionales de autobuses pasan o podrían pasar por esta avenida e intercambiar con el Metro. En esta avenida se sitúa también un importante centro comercial, el Quicentro Sur, una universidad y el estadio de fútbol del Aucas. Se completa con un uso del suelo mixto entre residencial y comercial.



Las parroquias de Solanda y San Bartolo: estas parroquias son las que presentan la mayor densidad de población de todo el DMQ, además de un nivel de renta medio-bajo, por lo que mayoritariamente usan el transporte público. Gran parte de los movimientos que realizan en transporte público es hacia el centro histórico y el hipercentro, de modo que un sistema de transporte rápido y de alta capacidad resulta idóneo para servir estas parroquias. Predomina el uso de suelo residencial.

La zona del Mercado Mayorista: zona comercial y servicios, la vivienda predomina en los conjuntos habitacionales en altura.

El cuartel de Epiclachima: a futuro está previsto que el cuartel militar salga de su ubicación actual y se traslade aquí la Presidencia de la República así como sus ministerios.

La terminal de El Recreo: es uno de los principales nodos de atracción y generación de demanda. En él confluyen el trole y el corredor suroriental (Ecovía) así como multitud de líneas convencionales de autobuses. También se encuentra el C.C. El Recreo y la zona residencial de Villaflora.

El entorno del Cuerpo de Ingenieros del Ejército: en las proximidades se sitúan las parroquias de La Magdalena y Chilibulo. Además, como se describe con más detalle en el apartado de estaciones, existe una oportunidad de potenciar el futuro corredor sur-occidental de BRT conectándolo en esta zona a la línea del Metro.

El Centro Histórico de Quito: el Centro Histórico (CH) de Quito es uno de los principales nodos generadores y atractores de demanda por motivos laborales, administrativos, comerciales y de ocio. Actualmente, esta zona está servida por buses convencionales y el Trolebús, pero el entramado urbano, formado por calles estrechas y compartidas por el vehículo privado y el taxi, ha degradado notablemente la oferta de transporte público en esta zona. Llevar el Metro a este sector permitiría liberar la superficie de gran parte del tráfico (abriendo incluso la posibilidad de peatonalizar la zona).

El entorno del Banco Central de Ecuador: en el entorno del parque de La Alameda confluyen los tres grandes sistemas de transporte de Quito (Trolebús, Ecovía y Corredor Central-Norte), así como buses convencionales. Es además la puerta de entrada al Centro Histórico por el norte, y a la zona administrativa, de servicios y comercial. En las proximidades se encuentra también la Asamblea Nacional, la Contraloría General del Estado y la Casa de la Cultura Ecuatoriana. La estación El Ejido se halla en las inmediaciones de la Casa de la Cultura.

La Universidad Central del Ecuador: la universidad pública de Quito, donde diariamente se concentran más de 50.000 estudiantes, muchos de los cuales acceden en transporte público. Los alrededores son zonas comerciales, administrativas, educativas, de salud y residenciales.

Las avenidas Eloy Alfaro y República: dos ejes transversales que unen las avenidas 10 de Agosto y Amazonas, zonas comerciales, administrativas y de servicios.

La avenida Amazonas: es la principal zona comercial y de oficinas de la ciudad. Es polo de atracción de viajeros desde la zona sur y el norte de Quito. Además hay importantes centros comerciales a lo largo de esta avenida (El Jardín, Quicentro, Iñaquito, Naciones Unidas), así como el Estadio Olímpico Atahualpa y el mayor parque urbano de la ciudad, La Carolina, lugar de recreo y esparcimiento los fines de semana.

La terminal Norte – La Y: al igual que El Recreo, es otro nodo de atracción y generación de demanda, al confluir en ella la línea del Trolebús (inicio de línea) y el Corredor Central-Norte de BRT, así como buses convencionales. En el mismo entorno se encuentra la Plaza de Toros Quito.

El Labrador, Aeropuerto, Andalucía y El Rosario: Corresponden al actual aeropuerto, las zonas aledañas son de uso residencial (vivienda de baja altura) y comercial con densidad media y alta a lo largo de las avenidas de La Prensa y Galo Plaza.

7.3.5. Localización de la población y su participación en la ruta

A nivel urbano, la rápida expansión de Quito ha producido esencialmente dos procesos de particular importancia que tendrán que ser considerados. Por un lado, la consolidación del centro histórico y centro norte de la ciudad, en donde se encuentra la más alta concentración de actividades y servicios y, en consecuencia, la mayor oportunidad de empleo. Esta zona presenta una tendencia a la saturación, lo que conlleva al desplazamiento de las áreas residenciales hacia el norte, y a su vez las zonas residenciales se desplazan hacia los valles próximos de la ciudad.

De otro lado, la expansión periurbana relacionada principalmente con la construcción de barrios populares localizados en los extremos norte y sur de la ciudad, con altas carencias y deficiencias en ofertas de empleo, equipamientos y servicios. La creación del Distrito Metropolitano de Quito ha expandido de manera importante el área de la ciudad modificando el marco de referencia del crecimiento urbanístico, acelerando la urbanización de áreas agrícolas y contribuyendo aún más a la dispersión urbana. Adicionalmente, esta expansión ejerce una presión muy fuerte en las zonas protegidas ya que generan una permanente amenaza de invasión.

A lo largo de los años, la Alcaldía de Quito ha activado varias acciones de ordenamiento territorial para enfrentar los problemas urbanísticos relacionados con la rápida expansión de la ciudad. Sin embargo, en particular, hay un desequilibrio dentro del tejido urbano que ha venido incrementando en los últimos años tres distintos procesos:

Desarrollo de **zonas comerciales** en áreas que fueron residenciales y que debido al crecimiento demográfico han tenido un aumento de la densidad por causa de la subdivisión de la propia vivienda, en el marco de la lógica



urbana que se basa en la consideración de la vivienda como un bien rentable que soporta una actividad económica. Esta es la principal causa del desarrollo de áreas con mezclas de comercio zonal, colegios, consultorios, oficinas y talleres.

Desarrollo de **zonas residenciales consolidadas** en la zona norte y en la zona sur, separadas por accidentes geográficos. Son áreas heterogéneas resultantes de diversas mallas viales, trazados urbanos y procesos de urbanización que, en general, producen un tejido fraccionado con dificultades de interconexión y deficiencias en la dotación de equipamientos y espacios públicos peatonales.

Desarrollo de **zonas de expansión de barrios informales**, en proceso de consolidación en la periferia norte y sur. Son zonas que aún tienen espacios por desarrollar y deficiencias de infraestructura y equipamientos además de las precarias condiciones de las viviendas.

Así, la dinámica propia de transformación de los tejidos urbanos va acumulando carencias en el sector (equipamientos y servicios integrales como comercio y servicios) y una ineficiente utilización de las vías, lo que produce una desarticulación entre la escala local y la metropolitana.

Finalmente, considerando esta expansión de la ciudad, el fenómeno de los barrios informales ha asumido una importancia relevante como alternativa al crecimiento espontáneo de la ciudad, y el rápido aumento de su población representa un factor de riesgo en éstos sectores no planificados de la ciudad.

Al analizar la dinámica poblacional y el mercado inmobiliario – número de viviendas, se observa una dinámica positiva en el mercado de vivienda, ya que la tasa de crecimiento de las unidades habitacionales fue dos veces la de la población.

Al realizar un corte transversal con la información de población y viviendas por parroquia, se encuentra una alta relación de dependencia entre el sector vivienda y la variable demográfica, y una elasticidad unitaria entre el crecimiento poblacional y la producción de viviendas. Lo anterior significa que en el largo plazo la población y las viviendas crecen proporcionalmente. Si esta tendencia se mantiene a futuro, se estima que para 2015 será necesario producir cerca de 257.000 viviendas repartidas en las parroquias de mayor crecimiento poblacional.

A continuación, brevemente se repasan las diversas zonas administrativas del Distrito Metropolitano de Quito, en las que se encuentran las quince (15) estaciones del Metro.

En la mayoría de los casos, se señalan las principales características de cada una y se proporciona información actualizada sobre población, educación, salud, áreas verdes, vivienda, servicios y otros, aunque difieren la extensión y profundidad de los mismos debido a que la información fue proporcionada por cada administración

zonal de acuerdo a sus prioridades y criterios propios. No obstante, se puede apreciar la diversidad y peculiaridad de cada una de ellas.

Zona de Quitumbe

La superficie de Quitumbe es de 8.934 ha de las cuales 5.240 ha son habitables.

Población:

La población³⁴ está distribuida de la siguiente manera:

Cuadro 7.79 Distribución de la población zona de Quitumbe

PARROQUIAS	2001	2010	Tasa Crecimiento %	2011	2022
TOTAL DEL DISTRITO	1.893.641	2.239.191	1,9	2.292.805	2.699.924
GUAMANI	41.124	57.259	3,7	59.404	78.772
TURUBAMBA	30.597	57.657	7,3	61.863	93.737
ECUATORIANA	41.325	52.277	2,6	53.661	66.880
QUITUMBE	40.912	77.546	7,4	83.256	126.392
CHILLOGALLO	44.167	43.780	0,1	43.738	43.265
TOTAL ZONA	198.125	288.520	4,3	301.921	409.047

Fuente: Elaboración propia, 2011

Como datos étnicos³⁵ se tiene:

- Alta presencia de migrantes indígenas y campesinos de las diferentes provincias, especialmente de la sierra centro y sur.
- 8.682 son indígenas

³⁴ Tomado de la presentación en power point en la zona Quitumbe, 2010.

³⁵ Tomado de Sistema de Información social 2007 DMQ, Pág. 25



- 1.519 afro-quiteños
- 163.997 mestizos
- 3.776 mulatos
- 15.227 blancos
- 402 otros

Indicadores Económicos:

- Es una zona con alta presencia de industrias y empresas, existen 82 empresas privadas importantes, distribuidas a lo largo de la Av. Pedro Vicente Maldonado, sector oriente de la zona desde la parroquia Quitumbe hasta la zona industrial en San Juan de Turubamba
- Existe una concentración de la pobreza de alrededor del 60% por bajos ingresos y por demandas insatisfechas
- El índice de desempleo en promedio tanto por ingresos como por necesidades básicas insatisfechas es del 70%.

Educación:

- 122.980 personas tienen 10 años de años de instrucción (2do curso)
- 53.750 personas finalizaron la educación secundaria
- 25.800 personas finalizaron la educación universitaria
- Brechas entre la educación primaria, secundaria y universitaria
- Deserción escolar del 9,4%
- 2% de niños y niñas no ingresan a la escuela
- Analfabetismo en la zona Quitumbe es la más alta del Distrito a nivel urbano
- 4.292 mujeres mayores de 12 años no saben leer ni escribir (datos de 2007)
- Existen 30 escuelas fiscales, 22 escuelas particulares, 4 fisco-misionales, 4 municipales, 3 comunitarias, 6 colegios fiscales, 2 universidades particulares, y aproximadamente un 80% de la educación media son establecimientos particulares.

Salud:

En la zona existen 20 unidades operativas de salud en dos áreas: en Guamaní con 8 unidades que atiende emergencias y partos, pero con dificultad por su limitado presupuesto y con un espacio reducido y en Chillogallo con 12 unidades.

Vivienda y tenencia de la tierra:

- Uno de los problemas fundamentales de la zona es la irregularidad en la propiedad de la tierra, existen unos 177 barrios irregulares.
- 40% de la población son arrendatarios, esto equivale a 22.400 familias sin vivienda.

Estaciones del Metro:

A esta zona de la ciudad le corresponden dos estaciones del Metro: Quitumbe y Moran Valverde.

Zona Eloy Alfaro

Población³⁶

La población en la zona Eloy Alfaro está distribuida de la siguiente manera:

Cuadro 7.80 Distribución de la población zona de Eloy Alfaro

PARROQUIAS	CENSO 2010	PROYECCIÓN 2022
LA MENA	53.253	73.227
SOLANDA	99.728	126.511
LA ARGELIA	64.123	83.880
SAN BARTOLO	62.110	61.176
LA FERROVIARIA	62.043	53.760
CHILIBULO	47.578	45.663

³⁶ Tomado de documento elaborado por la administración Eloy Alfaro del DMQ. Censo de Población 2001 y 2010, INEC, Elaboración: Ing. Eliécer Estévez, STHV-MDMQ

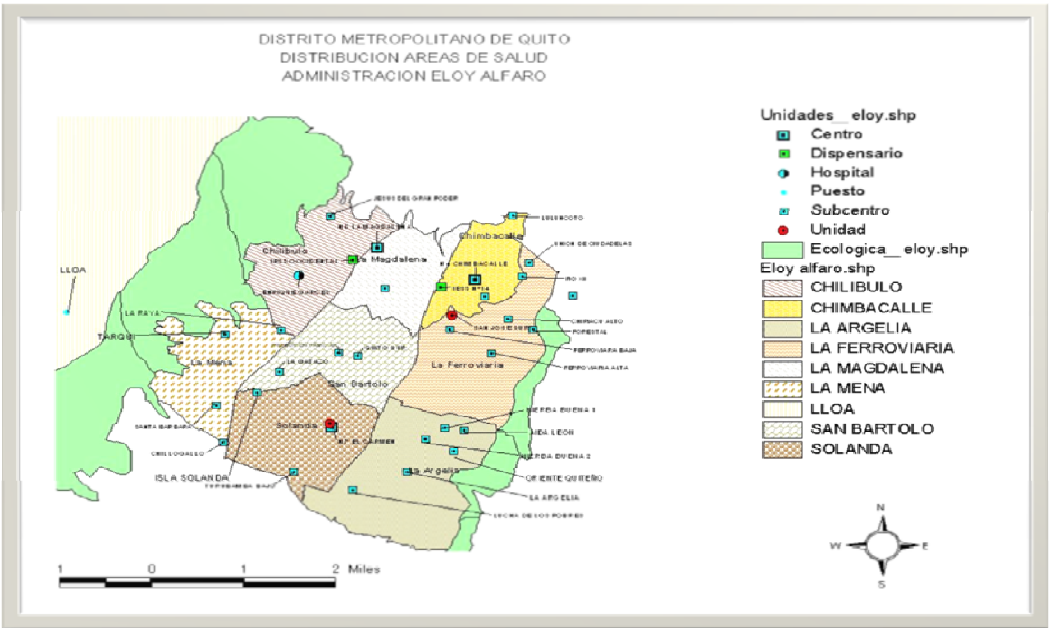
PARROQUIAS	CENSO 2010	PROYECCIÓN 2022
LA MAGDALENA	27.518	20.744
CHIMBACALLE	35.246	22.380
LLOA	1.494	1.525
TOTAL	453.092	488.866

Fuente: Elaboración propia, 2011

Salud

Los establecimientos públicos de salud se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

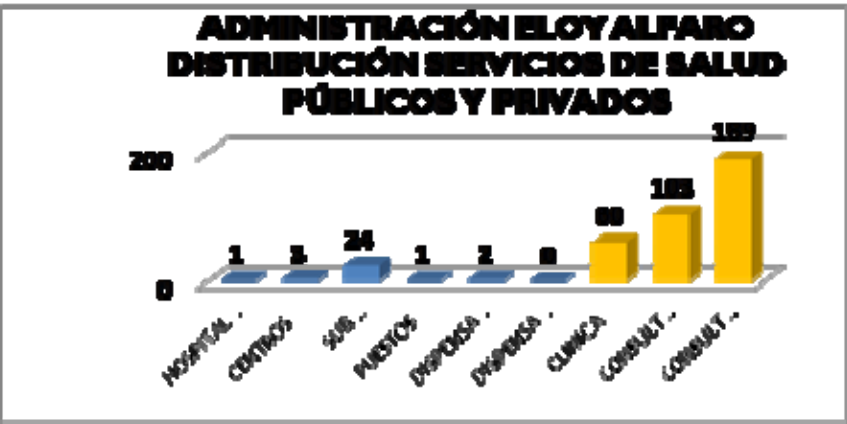
Figura 7.230 Distribución de los establecimientos públicos de salud en la zona de Quitumbe



Fuente: Secretaria Metropolitana de Salud, Municipio de Quito. Diciembre, 2011

La distribución de los servicios de salud es la siguiente:

Figura 7.231 Establecimientos públicos y privados de salud en la zona de Quitumbe



Fuente: Secretaria Metropolitana de Salud, Municipio de Quito. Diciembre, 2011

Educación³⁷:

La zona tiene un total de población estudiantil de 101.081 personas, caracterizada por:

Figura 7.232 Distribución de la población estudiantil por sector



Fuente: Elaboración propia, 2011

A esta zona de la ciudad corresponden cuatro estaciones del Metro: Solanda, El Calzado, El Recreo y La Magdalena.

³⁷ Tomado del documento de la zona Eloy Alfaro. Fuente: JZEC - 2010



Zona Centro, Manuela Sáenz

La zona centro posee un área total de 4.976,55 ha. Corresponden al área urbana 2.253 ha; al área de protección 2.260 ha y áreas verdes 220 ha. Comprende cinco parroquias:

- San Juan: 2.095,83 ha
- Itchimbia: 1.096,30 ha
- Puengasi: 1.146,67 ha
- Centro Histórico: 372,93 ha
- La Libertad: 264,82 ha

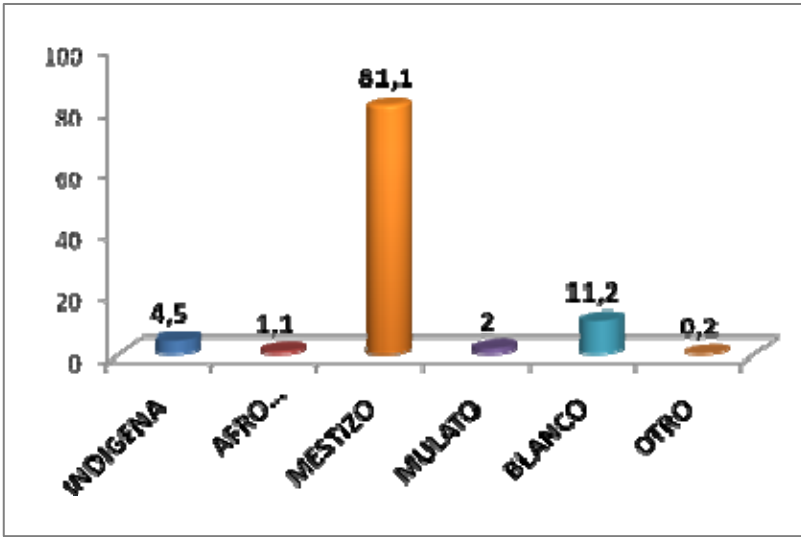
Sus límites más importantes son:

- Norte: avenidas Universitaria, Pérez Guerrero, Patria y Ladrón de Guevara.
- Sur: las calles Los Libertadores, Ferusola, Necochea, María de La Torre, El Cena, Pedro Pinto Guzmán y la quebrada El Conejo.
- Este: parte de la Av. Simón Bolívar o Nueva Av. Oriental
- Oeste: las laderas del Pichincha

Población:

De acuerdo al último censo, la zona tiene una población de 227.173 personas, cuyos grupos étnicos son los siguientes:

Figura 7.233 Población por grupos étnicos zona centro Manuela Sáenz



Fuente: Elaboración propia, 2011

Educación³⁸:

En esta zona la tasa de alfabetización es:

Figura 7.234 Tasa de alfabetización zona centro Manuela Sáenz

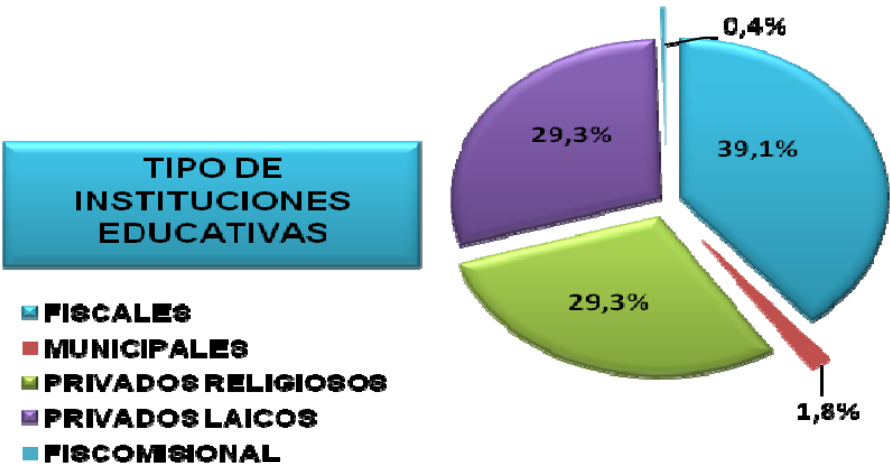


Fuente: Elaboración propia, 2011

Posee un total de 301 instituciones educativas que se clasifican en:

³⁸ Fuente: Larrea, Carlos, Atlas Social de Quito, 2009

Figura 7.235 Clasificación de las instituciones educativas zona centro Manuela Sáenz

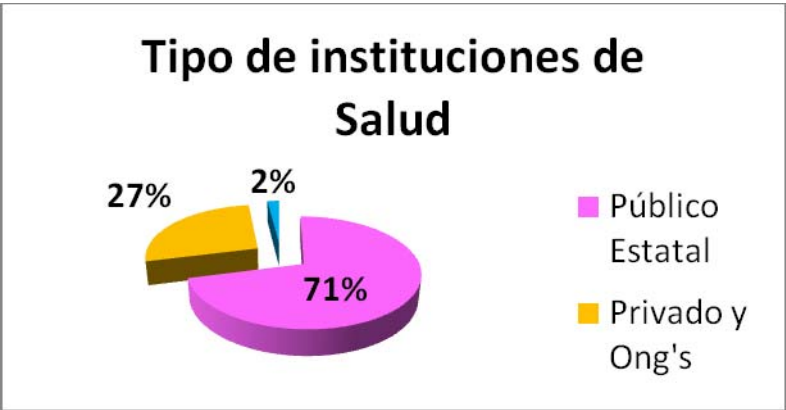


Fuente: Elaboración propia, 2011

Salud:

De acuerdo a la Corporación Municipal Instituto de la Ciudad³⁹, las instituciones de salud se distribuyen así:

Figura 7.236 Tipos de instituciones de salud zona centro Manuela Sáenz

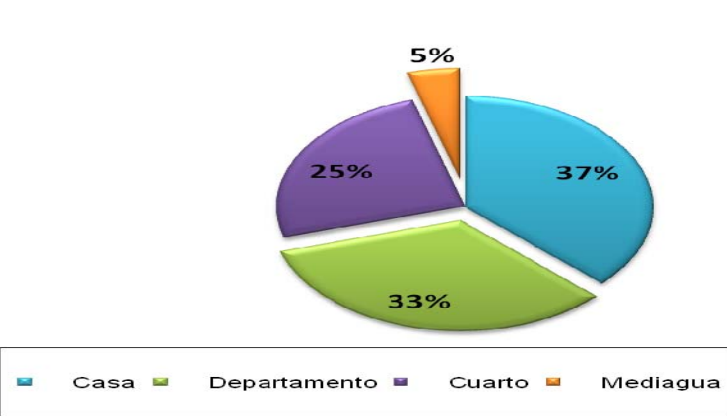


Fuente: Secretaria Metropolitana de Salud, Municipio de Quito. Diciembre, 2011

Hábitat y vivienda:

En cuanto al tipo de vivienda se caracteriza así:

Figura 7.237 Tipos de viviendas zona centro Manuela Sáenz



Fuente: Elaboración propia, 2011

De acuerdo a la ubicación de la vivienda:

Figura 7.238 Ubicación de las viviendas zona centro Manuela Sáenz



Fuente: Elaboración propia, 2011

A esta zona de la ciudad corresponden cuatro estaciones del Metro: Estación San Francisco, La Alameda, El Ejido y Universidad Central.

Zona Norte, Eugenio Espejo

Es la zona más moderna de todo el Distrito, desde el punto de vista económico, financiero y de servicios. El eje aeropuerto, La Carolina y la Mariscal forman parte esencial de la centralidad urbana del distrito. En esta zona se encuentran:

39 Corporación Municipal Instituto de la Ciudad, EPCV. Quito, 2009



En lo que se refiere a la repartición horaria de los movimientos pendulares en transporte colectivo interparroquial, cabe destacar que la mayoría se realiza en la mañana. Más del 67% de los desplazamientos hacia Quito son efectuados antes de las 13h00. En sentido contrario, los viajes son también mayoritarios en la mañana pero en menor magnitud (57% del total). Desde el punto de vista de los motivos, el 42% de los desplazamientos hacia Quito se realizan para ir al trabajo, el 16% para trámites, el 14% para estudios, el 13% para regresar al hogar y el 5% para las compras. En sentido contrario, el 39% de los viajes con destino a los valles se realiza para regresar al hogar, el 32% para ir al trabajo, el 9% para los estudios y los trámites⁴².

Los mayores movimientos pendulares parecen aquellos censados entre Quito y el corredor «B» de Carapungo-Calderón. En efecto, se observa cerca de 58.000 viajes cada día entre estas dos zonas. El valle de Cumbayá-Tumbaco ocupa el segundo lugar con cerca de 52.000 movimientos pendulares. Entre Quito y el valle de Pomasqui, al norte, se censa cerca de 20.000 viajes. Sin embargo, debido al carácter parcial de la información disponible sobre los movimientos pendulares de personas procedentes de Los Chillos y del sur de la aglomeración (cantón Mejía), estas cifras comparativas son muy relativas. De su lado, el corredor «B», a pesar de contar con una población menor que la del valle de Tumbaco, mantiene proporcionalmente lazos más intensos con la ciudad.

Ello se debe a que en el corredor «B» existen pocas actividades y funciones urbanas. Desde esta zona hacia Quito, la mayoría de los viajes son realizados esencialmente para ir al trabajo a lo largo de todo el día (desde las 6h00 hasta las 16h00). En sentido contrario, a partir de las 9h00 los viajes hacia Carapungo-Calderón se realizan mayoritariamente con el fin de regresar al hogar. Este corredor presenta entonces muchas características de una ciudad dormitorio. De modo general, la mitad norte de la ciudad recibe la mayoría de estos flujos: La Marín (sector 28), el centro norte, el noreste y por último Cotocollao. La Marín corresponde a la centralidad asociada al Centro Histórico que congrega múltiples administraciones y comercios. El centro-norte reúne universidades, Central, Católica, Politécnica, muchos comercios (mercado de Santa Clara) y numerosas oficinas y restaurantes. Cuenta también con los más grandes centros comerciales Quicentro, Megamaxi, El Jardín, muchos bancos y sedes sociales de empresas. Por último, Cotocollao es un antiguo pueblo rural hoy en día integrado en la mancha urbana y engloba varios hospitales públicos, múltiples comercios y empresas.

La hipercentralidad de la ciudad de Quito explica la magnitud de los desplazamientos centro-periferia. Por otro lado, la configuración de la ciudad (40 km de largo y entre 3 y 5 km de ancho), así como la desigual repartición de las funciones dentro de la mancha urbana origina también un volumen considerable de movimientos intra-urbanos.

Según el censo de 2001, alrededor de 283.700 personas viven en el espacio central, lo que representa el 20% de la población urbana, valor bajo con respecto a la multiplicidad y el gran número de funciones que concentra. Este

desequilibrio implica una necesaria movilización de los ciudadanos hacia este espacio y asimismo una gran cantidad de movimientos en su interior.

El espacio central registra cotidianamente cerca de 690.000 desplazamientos de personas, suma de los 326.700 viajes realizados al interior del espacio central y de las afluencias desde el resto de las metrópolis evaluadas en 362.580 viajes. Estos 690.000 desplazamientos representan el 46% del 1,48 millón de viajes metropolitanos realizados en bus urbano e interparroquial. Por otro lado, 152.400 personas provienen de la parte sur de la ciudad y 142.700 de la parte norte. Por último, 67.500 moradores de los sectores suburbanos llegan en bus cada día al espacio central. Eso significa que el 90% de los traslados desde las cuatro zonas periféricas (Pomasqui, Calderón, Tumbaco y Los Chillos) tienen como destino el espacio central.

El transporte masivo en Quito

La siguiente información es tomada del estudio “*Conflictos y gobierno local. El caso del transporte urbano en Quito*”, cuyo autor es Juan Pablo Chauvin, editado en el 2006 por Flacso Ecuador.

El transporte motorizado en Quito comenzó en el siglo XX. La primera agencia de automóviles, La Veloz, inició sus operaciones en 1906; antes solo existían empresas de carruajes. En 1914 se instaló el servicio de tranvías, desarrollado y operado por la empresa privada norteamericana Quito Tranway Company (Vásconez, 1997: 25), que operó hasta 1946, es decir, durante un poco más de treinta años. Testimonios de personas que pudieron utilizar el tranvía quiteño hablan de un servicio de eficiencia y calidad, caracterizado particularmente por el buen trato a los usuarios (Puga, 1991: 300). En 1947 se constituyó la primera empresa municipal de transporte, pero esta iniciativa no tuvo éxito y la empresa cerró en menos de un año, poniendo en entredicho la capacidad de la municipalidad de administrar eficientemente este servicio (Figuerola, 1986: 66).

Para Fernando Carrión, es precisamente la desaparición del tranvía a mediados del siglo XX lo que marcó el comienzo de lo que pronto se convertiría en “el problema del transporte en Quito”, cuando la provisión del servicio pasó a manos privadas que utilizaban formas cada vez menos eficientes de gestión: “*En el Ecuador esta producción adopta la forma de organización en cooperativas, que en realidad son más bien una forma encubierta de un empresariado informal con poco nivel de desarrollo*” (Carrión: 1995b). La primera cooperativa de transporte urbano, y con ella el primer sindicato de choferes profesionales, aparece en 1949. Dicha cooperativa, que contaba con 15 asociados, disfrutó de un entorno jurídico bastante favorable: existían facilidades para la adquisición de vehículos, se limitaba legalmente la incorporación de nuevos empresarios al servicio de transporte garantizándoles el monopolio del sector; y las gasolinas se mantenían a bajos precios, producto de un subsidio, lo que hacía que las tarifas por el servicio fueran estables (Vásconez, 1997: 26).

En 1963 fue promulgada la primera Ley de Tránsito Terrestre (Ibíd.: 26). Esta ley cambió drásticamente la organización del servicio de transporte público en la ciudad, puesto que el mismo dejó de estar en manos de la

⁴²Los porcentajes expresan la proporción de los viajes por motivo en relación con el total de los viajes diarios por sentido (Fuente: Encuesta OD, 1998, UPGT).



municipalidad y pasó a ser responsabilidad de varias organizaciones (Blanco y Negro: 09/07/95), lo que se convirtió en un problema que se mantiene hasta la fecha a escala nacional. Se crearon entonces la Junta General de Tránsito y la Dirección General de Tránsito con el fin de regular y controlar el transporte a escala nacional, y en 1966 se creó el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestres, CNTTT (Hoy: 25/10/04).

De esta manera, en los años 60 y 70 se consolidó en todo el Ecuador un sistema de transporte público basado en el pequeño propietario, que seguía una lógica “de supervivencia y no de acumulación”, a decir de Alejandro Moreano. El mismo Moreano ha escrito que el modelo se mantenía gracias a que se alargaba la vida de los buses (por esos años e incluso hasta la década siguiente, el transporte colectivo urbano se realizaba con pequeños vehículos básicamente de dos tipos: *“el Popular conocido como ‘paperos’ que son las actuales ‘chivas’ y los colectivos que tienen el motor en la parte delantera del vehículo, fuera del cuerpo principal, conocidos como ‘trompudos’*” Villena 2000: 16), las tarifas eran fijas y no permitían financiar la renovación, y el monopolio, no de la propiedad sino del acceso al servicio (Moreano:1996). Dicha estructura generaba un servicio mínimo satisfactorio para una ciudad pequeña como lo era el Quito de ese entonces. Pero la ciudad creció drásticamente, y el modelo de transporte público se volvió obsoleto (Figueroa sitúa alrededor de esta época el inicio del proceso que llevó a que un grupo de transportistas adquiriera formas de trabajo más artesanales que empresariales (Figueroa 1982: 10). Este grupo se volvió la base de las asociaciones gremiales del transporte urbano, y son quienes en esta investigación se denominan los “transportistas tradicionales”. El problema se agudizó cuando el subsidio a la gasolina, que se había mantenido durante la década de 1970, fue eliminado luego de la guerra de Paquisha, pero la presión de los choferes y la oposición masiva al incremento de tarifas hizo que el modelo se perpetúe (Ibíd.). Lo que no pudo mantenerse es la tarifa fija de 1 sucre, que fue incrementada en un 40% en 1977, provocando la llamada “guerra de los 4 reales”, uno de los primeros conflictos importantes relacionados con el transporte urbano en el país (Figueroa 1982: 11). A partir de entonces, la conflictividad en torno a este servicio habría de volverse una constante en el Ecuador.

El problema se fue haciendo cada vez más grave a los ojos de la ciudadanía y comenzó a ser visto como crítico ya en los años 80 (Ibíd.: 7). Esto se debió al aumento de habitantes de la capital ecuatoriana y al consecuente incremento de automotores públicos y privados. La municipalidad volvió a entrar en escena a inicios de la década de 1980, cuando se creó la Empresa Municipal de Transportes (Vásconez, 1997: 26), que empezó a operar con buses de 2 pisos y buses articulados, que brindaban un servicio dirigido sobre todo a los turistas, y fue posteriormente ampliando su servicio. En 1988 se inició el proceso que llevaría a la transformación del transporte público en la ciudad.

A inicios de la década de 1990, el transporte urbano en Quito se regía por la Ley de Tránsito vigente para todo el país. Entonces, la máxima autoridad en cuanto a planificación y gestión era el Consejo Provincial de Tránsito, que a su vez era una división del Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (CNTTT). Al no existir una autoridad local independiente, los conflictos en torno al servicio de transporte público que tenían lugar en Quito generalmente se referían a problemas comunes a todo el país, y no a los estrictamente locales.

La Municipalidad de Quito a inicios de la década de 1990 no tenía influencia alguna sobre el sistema nacional de transporte urbano. A nivel local, su intervención se restringía a brindar servicios puntuales de transporte público (especialmente desde y hacia zonas turísticas) a través de la Empresa Municipal de Transporte, EMT. Y las primeras iniciativas visibles para mejorar la calidad del servicio tuvieron que ver precisamente con el fortalecimiento y la ampliación de los servicios de esta empresa. Con una importante ampliación de su flota de autobuses se comenzó a cubrir rutas que no estaban siendo atendidas por las operadoras privadas por su baja rentabilidad, especialmente las dirigidas a barrios urbano-marginales como el Comité del Pueblo o La Ecuatoriana (La Empresa Municipal de Transporte contaba en 1990 con una flota equivalente a aproximadamente el 5% del total de buses del sector privado, que eran alrededor de 1.500 (Hoy: 04/12/90). En 1993, la empresa ya había llegado a controlar el 10% del total de la oferta de transporte en Quito (Hoy: 01/12/93).

Estas frecuencias empezaron a funcionar aún antes de que el CNTTT otorgue los permisos de operación (Hoy: 24/08/90), y muy frecuentemente fueron precedidas de la construcción y pavimentación de las vías de acceso a estos barrios, que en muchos casos se encontraban en condiciones intransitables (Hoy: 25/09/90). Adicionalmente, desde mayo de 1990 la EMT instauró el servicio de transporte municipal gratuito, dirigido a las personas de menos de 6 y más de 65 años, y a los discapacitados (El Comercio: 2/5/90). Si bien la gratuidad del servicio para estos grupos era una disposición general decretada por acuerdo ministerial y vigente desde 1987, había sido virtualmente ignorada por los operadores privados (El Comercio, 26/04/90).

En opinión de Carlos Arcos, ésta fue la primera respuesta efectiva de la municipalidad frente al problema del transporte urbano (Arcos 1995). En dicha solución, sin embargo, el rol de la municipalidad era el de proveedor del servicio, entrando en competencia directa con los operadores privados. Las críticas funciones de regulación seguían estando en manos de las autoridades nacionales, lo que dificultaba las posibilidades de una mejora estructural del sistema de transporte urbano.

Las autoridades municipales a inicios de la década de 1990 tenían claro que hacía falta un cambio radical tanto en el marco normativo, así como propuestas técnicas concretas y viables si se quería llegar a tener un sistema de transporte urbano eficiente y de calidad. También sabían que estos cambios no podían concretarse en el corto plazo, y que se necesitaba sentar las bases que sostengan un proceso de largo aliento. Con esto en mente se creó la Unidad de Estudios del Transporte (Vásconez, 1997: 26. Esta unidad fue la encargada de elaborar el Plan Maestro de Transporte de Quito. En dicho documento ya se consideraba la creación de una autoridad única para planificar y regular el servicio de transporte en el ámbito local, la creación de una red integrada de transporte público, el fortalecimiento de las empresas privadas, la implantación de vehículos de baja contaminación y un sistema centralizado de semaforización (Arias 2000: 3), medidas que en gran parte se irían concretando a lo largo de la década siguiente.

Como eje de la red integrada de transporte prevista en el plan, se propuso implementar el servicio de trolebuses. La discusión sobre el proyecto comenzó a tomar fuerza en 1989, y varios estudios coincidieron en señalar que esta era, en términos técnicos y económicos, la mejor opción para mejorar el servicio de transporte en Quito. Sin



embargo, también desde sus inicios, el proyecto tuvo detractores. Más allá de los cuestionamientos, el Gobierno Nacional se comprometió mediante convenio a financiar y poner en marcha el proyecto de los trolebuses. Sin embargo, tendrían que pasar 5 años más para que el proyecto se concretara.

El trolebús

Varios estudios internacionales impulsados desde la Unidad de Estudios del Transporte habían determinado al trolebús como la opción técnica y financieramente más adecuada para solucionar el problema de transporte de Quito, por sobre sistemas alternativos como el metro, el tren ligero y el monorriel (Arias 2000: 5). El sistema tiene como principio básico el dar preferencia a la circulación de los medios de transporte público –que, aunque eran utilizados por el 80% de la población, ocupaban alrededor de un 20% del espacio en las vías– por sobre los vehículos particulares –que por el contrario, eran utilizados por el 20% de la población pero ocupaban casi el 80% del espacio vial disponible– (Carrión 1994). Por supuesto, esta situación afectaba drásticamente los tiempos de traslado de las unidades de transporte público. Recorridos que podían realizarse en 20 minutos tardaban en la práctica una hora, y los usuarios de este servicio perdían *“hasta tres horas al día en desplazarse desde sus casas hasta sus trabajos y luego de regreso.”* (Hoy: 17/05/02). Con el sistema de buses articulados circulando por carriles exclusivos, se buscaba devolver parte del espacio público a los sectores mayoritarios, con el fin de atender mejor su demanda de movilización.

Hacia mediados de 1992, y teniendo como telón de fondo la campaña para la elección del nuevo alcalde de Quito, la discusión sobre el “Trole” tomó fuerza. El proyecto comenzó a discutirse con mayor amplitud en los medios de comunicación, haciéndose públicos detalles como las posibles rutas y la necesidad de reubicar, en coordinación con los transportistas, los circuitos que hasta entonces operaban (Hoy: 01/04/92). También empezó a hablarse de la vida útil permitida a los autobuses de servicio público, que en el Ecuador estaba fijada en 20 años mientras que los estándares internacionales eran de entre 10 y 15 años, y aún así la norma era constantemente irrespetada, haciendo que el promedio de edad de los buses que circulaban en Quito estuviese sobre los 17 años (Ibíd.: 15/06/92). Todo esto, sumado al hecho de que el proyecto se constituyó en la principal oferta de campaña, hizo que el Trolebús fuera visto como una iniciativa cada vez más plausible, y comienzan a presentarse los primeros conflictos en torno a éste. Luego de contar con la autorización formal del Concejo Metropolitano y con el informe favorable de la Contraloría General del Estado, las obras civiles del proyecto Trolebús comenzaron a ejecutarse en julio de 1994.

El domingo 17 de diciembre de 1995 se inauguró el servicio del Trolebús. Luego de sendas ceremonias que contaron con la presencia del Presidente de la República y muchas otras autoridades, el alcalde realizó el recorrido inaugural que lo llevó en 30 minutos de la estación de La Y hasta la de El Recreo (Mena 1995). Las dos primeras semanas de operación del sistema fueron de pruebas, por lo que el servicio no tuvo ningún costo para los usuarios. Desde el 2 de enero de 1996 se inició el cobro de las tarifas establecidas, las que por ser claramente

subsidiadas resultaban muy competitivas en relación a las fijadas por el Consejo Nacional de Tránsito para el servicio de buses (Hoy: 25/12/95).

Los buses tipo, la ampliación del trolebús y la ecovía

Posteriormente, se pusieron en marcha varias iniciativas de mejora del servicio de transporte público de la ciudad. Se empezó por anunciar la renovación de los buses que circulaban en Quito, utilizando para ello el nuevo modelo de “buses tipo” (Ibíd.: 03/08/98). Se acordó que desde septiembre de 1998, ya no se reemplazarían las unidades que salían de circulación según el tipo de servicio (populares, ejecutivos y selectivo), sino con este modelo estándar con capacidad de alrededor de 80 pasajeros (entre parados y sentados) cuyas características técnicas específicas para la ciudad de Quito habían sido aprobadas con la participación de representantes de distintas organizaciones de la sociedad civil vinculadas con el tema, incluyendo a las federaciones de transportistas, y cumplían con las normas de la Environmental Protection Agency – EPA (Ibíd.: 17/08/98). Esta medida fue implementada y se mantuvo durante los años posteriores, y actualmente la mayor parte de autobuses que circulan en Quito son “buses-tipo”.

Otra iniciativa importante fue el inicio de la segunda etapa del proyecto Trolebús, conocida como Trolesur, pues unía la estación de El Recreo con una nueva estación en Quitumbe, en el sur de la ciudad. Las obras civiles, sin embargo, sufrieron importantes retrasos debido a los problemas financieros de la municipalidad y el país.

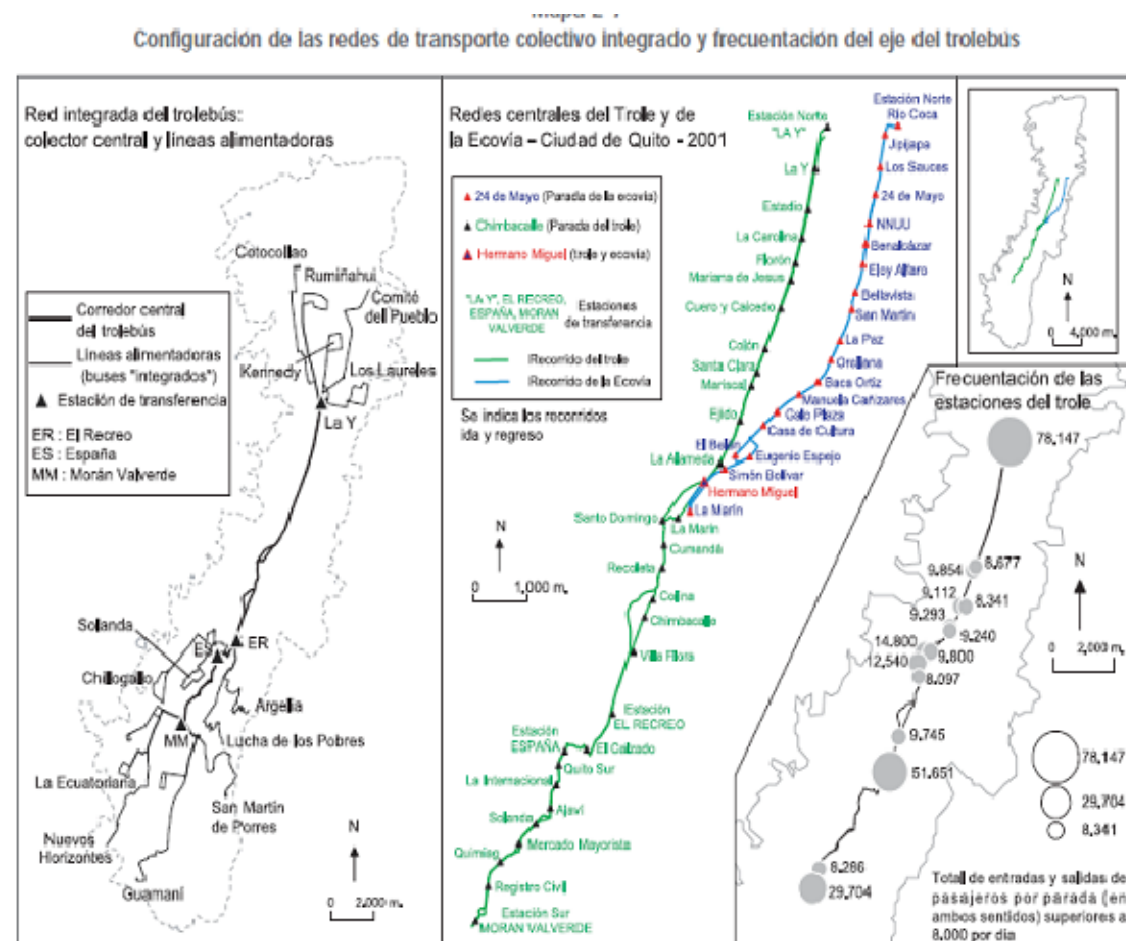
En abril de 2000, en el marco de la campaña para la elección del nuevo alcalde de Quito, el Trolesur empezó a funcionar en etapa de prueba, a pesar de que las obras de infraestructura aún no habían sido terminadas. Esto trajo múltiples incomodidades para la circulación vehicular y duras críticas en contra del alcalde, a quien se acusó de forzar el funcionamiento del proyecto antes de lo técnicamente aconsejable, todo con fines electorales (Ibíd.: 23/05/00).

Pero sin duda alguna, el proyecto emblemático de la administración municipal era la llamada Ecovía. Consistía en un carril exclusivo, similar al del Trolebús, por el que circularían buses ecológicos (con emisiones de baja opacidad) a lo largo de 8,5 km en la avenida 6 de diciembre. Desde el inicio se planteó que, a diferencia de lo que sucedía con el Trole, el propietario de los buses no sería la municipalidad sino las propias empresas y cooperativas privadas que tradicionalmente habían operado en esa ruta (Ibíd.: 11/01/99). Pese al escepticismo de algunos sectores sobre la posibilidad de lograr acuerdos con los transportistas en este ámbito, y que estos acuerdos fuesen cumplidos (Cornejo 1999), se conformó la empresa privada Transoc, integrada por ocho operadoras que funcionaban en la Av. 6 de diciembre, a quienes la municipalidad otorgó la concesión de la operación de la Ecovía según las normas previstas (Donoso 2000:13; Gamboa 2000:7).

Sin embargo, así como sucedió con la segunda etapa del Trolebús, la crisis económica de 1999 retrasó significativamente el avance del proyecto (las instituciones financieras nacionales que se habían comprometido a

dar el aval para la concesión del crédito de una entidad financiera brasileña para que la empresa Transoc pudiera adquirir los 42 buses no contaminantes desistieron). El mismo alcalde, poco antes de culminar su mandato, declaró que consideraba que los resultados obtenidos no habían sido satisfactorios, especialmente por la no culminación del proyecto ecovía y el hecho de que no se pudieron desarrollar de manera continua los controles a las emisiones contaminantes de los buses de transporte público (Hoy: 02/08/00).

Figura 7.240 Configuración de las redes de transporte colectivo



La transición y los primeros dos años

El nuevo alcalde electo dejó claro que buscaría establecer una relación distinta con los gremios del transporte de la que habían tenido las administraciones municipales anteriores. Declaró haber dialogado con los transportistas sin encontrarlos intransigentes, sino únicamente opuestos a ser tratados como enemigos de la ciudad (Ibíd.: 23/05/00). Cuando se le preguntó si los transportistas deberían dejar de preocuparse sobre los controles ambientales, respondió que un estilo democrático de gobierno no implicaba el no cumplimiento de las leyes y regulaciones. “Ellos deben estar más relajados”, aclaró, “porque saben que un alcalde amigo va a buscar

soluciones amigables, no a patadas. En mi administración habrá estímulos para quienes mantengan en buen estado sus motores y podremos llevar adelante una política de consenso” (Ibíd.: 26/06/00).

La nueva administración anunció la renovación de los controles ambientales en noviembre de 2000, para lo que buscarían llegar a un acuerdo con los transportistas con el fin de encontrar soluciones efectivas al problema (Ibíd.: 16/11/00). En enero de 2001 los controles volvieron a activarse, esta vez desde lugares preestablecidos a los que los transportistas debían asistir, y donde no solamente se evaluaba la opacidad de las emisiones, sino también el cumplimiento de otras especificaciones técnicas como la distancia entre los asientos, el número de puertas y el tamaño de la unidad; todo esto como requisito para que las unidades de transporte pudieran adquirir el permiso de circulación en Quito (Ibíd.:22/01/01). Luego de culminados los controles, se reiniciaron las brigadas móviles para verificar que todos los autobuses que circulaban tuvieran la autorización respectiva (Ibíd.: 11/06/01).

Un sector importante de los medios de comunicación, sin embargo, cuestionaba con dureza la forma en la que se realizaban los controles y sus resultados. Se acusaba al alcalde de excesiva permisividad fundada en su alianza electoral con los transportistas, argumentando que la falta de sanciones claras a los infractores había llevado a que los choferes actúen libremente según su conveniencia (Cornejo 2001; Ospina 2001b).

Otro asunto que generó controversias fue el proyecto Ecovía. Poco tiempo después de su posesión, los funcionarios de la nueva administración anunciaron que el proyecto tenía aún muchos desajustes que era necesario corregir, tanto en su parte de infraestructura como en sus planes de operatividad (Hoy: 02/09/00). A pesar de que las obras de los carriles exclusivos y las paradas fueron terminadas, la vía no era habilitada e incluso comenzó a ser utilizada como parqueadero en ciertos tramos (El Comercio: 22/09/00). La empresa Transoc se vio envuelta en tensiones con la municipalidad debido a la demora en la contratación de los buses articulados que operarían en el sistema. Como solución provisional, en agosto de 2001 el municipio puso a operar 20 trolebuses en el trayecto de la Ecovía hasta que el servicio se instaurase de forma definitiva (Ibíd.: 02/08/01).

En noviembre de 2002 los nuevos buses articulados adquiridos por la municipalidad habían sustituido a los trolebuses que operaban provisionalmente en la Avenida 6 de diciembre, y el servicio se encontraba en pleno funcionamiento (Ibíd.: 09/11/02). Sin embargo, estaba pendiente la concesión de la operación del mismo a la empresa Transoc, que se había constituido para el efecto. El 28 de febrero de 2003, el contrato de concesión fue finalmente suscrito y Transoc empezó a operar la Ecovía el 22 de marzo. Según lo acordado, 126 de los buses de esta empresa debían salir de circulación a inicios de abril, liberando la Avenida de los Shyris y otras vías cercanas a la Avenida 6 de diciembre de tráfico pesado; y permitiendo que sus pasajeros hagan uso del nuevo corredor vial.

También se había impulsado la construcción de un nuevo corredor de transporte a lo largo de la Avenida América según lo previsto en el Plan Maestro de Transporte, al que se denominó Metrobús. Las obras físicas de este proyecto, iniciadas en septiembre de 2002 y cuya culminación habían sido programadas para junio de 2003,



sufrieron retrasos muy significativos por motivos financieros y trajeron nuevos cuestionamientos para la administración municipal. Sin embargo el año 2004, en el que se celebraban nuevas elecciones para la alcaldía de Quito, el proyecto pudo ponerse en funcionamiento a pesar de que los trabajos no estaban plenamente concluidos. En este caso, la concesión de la operación del servicio fue otorgada a varias de las empresas y cooperativas que operaban tradicionalmente en esa ruta, y que adquirieron directamente los nuevos buses articulados (Ibíd.: 30/06/04). El servicio se abrió al público el 27 de noviembre de 2004 (Ibíd.: 28/11/04), sin haber provocado conflictos significativos entre los transportistas y la municipalidad.

Metrobús⁴³

La nueva administración municipal, continuó con la extensión del sistema integrado y un nuevo corredor longitudinal con carril exclusivo se inauguró en las avenidas América y La Prensa.

El sistema **Metrobús** se orienta a lograr la reestructuración y modernización de la prestación de servicios de transporte público de pasajeros en el Distrito Metropolitano de Quito.

El Programa de Corredores de Transporte Público contempla la estructuración de la Red Fundamental de Transporte, con la ejecución de troncales longitudinales principales de norte a sur y hacia los valles, en corredores operando bajo el sistema conocido como BTR (Bus Rapid Transit), con carriles exclusivos para el transporte público por los cuales circulan buses ecológicos de gran capacidad y con un sistema de paradas y estaciones que permiten la integración física y tarifaria.

Cuadro 7.81 Unidades por tipo de servicio de transporte

TIPO	ARTICULADOS	ALIMENTADORES
Trolebús	113	89
Ecovía	42	37
Metrobús	74	132

Fuente: EMSAT, 2006

⁴³ A partir de este punto la bibliografía utilizada es el estudio “Medio Ambiente en Quito”, de 1999, efectuado por Pascale Metzger y Nury Bermúdez.

El taxi

Las informaciones relativas a sus taxis de Quito no son muy numerosas ni confiables. Sin embargo, aquello de lo que se dispone permite estimar su número en aproximadamente 7.000 unidades, organizadas en 164 cooperativas más o menos estables. Según algunas fuentes, el número de taxis «piratas» que circulan sin autorización ni control se acerca a los 5.000. Para obtener un dato más seguro, se puede referir al número de cooperativas debidamente registradas en 1993 y que correspondía a más de 6.500 vehículos. El total de taxis que circulan en Quito era entonces de alrededor de 12.000, lo que aparece considerable en relación al tamaño poblacional de la ciudad (en el Plan Maestro de la UPGT, se habla de 13.000 taxis). Los taxis producen movilidad individual a la vez que consumen, degradando la movilidad global en la ciudad. En efecto, si las estimaciones del número de taxis que circulan actualmente en Quito es cercana a la realidad, significa sin lugar a dudas una sobreproducción de este tipo de movilidad. De ahí su contribución a los atascamientos y por lo tanto a una degradación de la movilidad. Así, se puede, al producir movilidad, participar en su deterioro.

El transporte escolar

El transporte escolar, de los diferentes establecimientos educativos públicos y privados de la ciudad, representa sin duda alguna un volumen considerable. Aunque no se dispone del porcentaje de vehículos que garantizan este tipo de desplazamiento, ni del número de viajes diarios realizados, un elemento permite por lo menos una aproximación a su descripción. Por ejemplo, entre los motivos de viaje, la escuela y los estudios en general representan el 21% de los desplazamientos. Según estadísticas de 1993, el transporte escolar en Quito se realiza mediante 540 autobuses aproximadamente, lo que representaba el 20% del número de autobuses destinados al transporte público urbano.

Actualmente, la UPGT está realizando el registro de este tipo de transporte.

El transporte empleador

Lo que se llama transporte empleador es un modo de transporte colectivo organizado por el empleador para el desplazamiento de los asalariados desde su domicilio hasta el lugar de trabajo. Por el momento, no se dispone de información alguna sobre este tipo de transporte, pero se puede suponer que representa una parte apreciable de los desplazamientos. Es organizado en general por el sector público para recoger a sus funcionarios (municipales, de los ministerios, de diferentes entidades y organismos públicos) y por las grandes empresas privadas.

El transporte de carga

Se sabe muy poco del transporte de mercaderías en el medio urbano. Sin embargo, dada la importancia de este sector en el funcionamiento mismo de la ciudad, los tipos de vehículos destinados a este género de movilidad, el



ruido que producen y el espacio de la red vial que representan, es indispensable conocer el modo de circulación de las mercaderías. El transporte de mercaderías es organizado en Quito en torno a 45 organizaciones de carga ligera que utilizan 820 vehículos. A nivel de la provincia de Pichincha, se cuentan 36 organizaciones de transporte pesado que circulan con 500 vehículos registrados.

La producción ilegal de transporte colectivo

Se sabe que numerosos autobuses, minibuses, camionetas y otros circulan sin autorización, fuera de todo control. Se trata en especial de los transportes ofrecidos al final del itinerario para atender barrios por los que no pasan líneas de autobús.

Este modo ilegal de producir movilidad es absolutamente indispensable para el funcionamiento global de la ciudad. En efecto, es muy difícil imaginar cómo se harían los desplazamientos — imprescindibles — de la población que habita en los barrios desprovistos de transporte público formal y legal, sin la implantación de sistemas alternativos de este tipo.

La producción informal de transporte se dirige sobre todo a los habitantes de los barrios marginales, y por ello, participa en el mejoramiento, y hasta en la creación de su movilidad. Casi siempre el transporte así producido no atiende sino a los extremos de la ciudad, desde el final de la línea hasta el barrio, sin ingresar en las partes centrales de Quito. Este tipo de producción de movilidad no participa entonces en la degradación de la movilidad de la ciudad en su conjunto.

Según algunas estimaciones, en 1989-1990, el transporte ilegal representaba 100.000 desplazamientos diarios, es decir aproximadamente 2.500.000 desplazamientos por mes si se consideran únicamente los días hábiles.

Estructura, organización y funcionamiento del sistema de transporte

La red vial de Quito se compone de un conjunto de vías, calles y callejones y cuenta con puentes y túneles. La red principal y las vías en la parte central de la ciudad son totalmente asfaltadas, pero en el sur de la ciudad, en los barrios periféricos urbanos y en los espacios suburbanos la red no cuenta siempre con una rodadura asfaltada. Se diferencian de modo esquemático tres tipos de vías. Se consideró su función principal y frecuentación (desplazamientos de personas exclusivamente).

a) Las infraestructuras viales (red, obras y equipamientos), cuatro accesos al Distrito: Panamericana Sur, Panamericana Norte, Vía Interoceánica y Carretera Noroccidental

Los accesos al Distrito, como lo indica su nombre, permiten las conexiones con los demás cantones y provincias mediante la red nacional. Se usan estos itinerarios de gran dimensión, entre otros, para el transporte de personas

a mediana y larga distancia. El eje más transitado es la Panamericana sur a nivel de Tambillo. Los técnicos del Municipio de Quito consideran por ejemplo que un bus equivale a 1,83 vehículo liviano, un camión a 2,03 y un semi-remolque a 2,5 vehículos livianos, lo que posiciona a este eje interprovincial como el más frecuentado del Ecuador.

b) Los cuatro ejes centro-periferia

Se trata de la prolongación de los accesos al Distrito (vía a Pomasqui, Panamericana norte desde Calderón, vía Interoceánica hacia Tumbaco) y de la autopista Rumiñahui hacia el Valle de Los Chillos. Estos ejes de gran tamaño llegan a las zonas suburbanas y son esencialmente el soporte de los movimientos pendulares.

La vía de circunvalación al este de la aglomeración (perimetral metropolitana) es una carretera que desvía el tráfico y que vincula directamente el norte con el este y el sur del país evitando así la ciudad de Quito. En detalle, esta vía sirve también para el transporte metropolitano (buses interparroquiales), en particular en el tramo El Quinche–Pifo conectado con Tumbaco.

La vía Intervalle al este de la ciudad, al pie del cerro Llaló, se trata de una vía que vincula ambos valles (Tumbaco y Los Chillos).

c) Las dos grandes vías de entrada central a la urbe

Estas arterias anchas son la prolongación de los ejes suburbanos (Panamericana norte y sur). Permiten un acceso masivo a la ciudad y en especial al espacio central, sea desde el norte o el sur. En su sección central, soporta el corredor del trolebús.

d) El anillo urbano

Rodeando la ciudad, el anillo se conecta con las vías centrales de entrada a la urbe y con los ejes centro-periferia. En detalle, cada tramo asegura un papel sensiblemente diferente. La sección este, construida en la parte alta de las colinas que bordean la ciudad, es muy utilizada por el transporte interprovincial de personas con destino al sur. En este anillo se encuentran al oeste del centro histórico los túneles que representan el mayor aforo vehicular registrado en el DMQ.

e) Vías principales

Salvo los ejes estructurantes (que conforman también la red principal pero con una función adicional) se diferencia un conjunto de vías cuyo papel es de igual manera importante pero a una escala diferente: la de la ciudad o de las parroquias suburbanas. Se considera como vía principal aquella asociada a los siguientes criterios:



- Se llaman “avenidas”
- Cuentan con una rodadura asfaltada
- Cuentan por lo menos con 2 x 2 vías
- Permiten el acceso principal a un barrio urbano, a una cabecera suburbana
- Se sobreponen con un corredor de transporte colectivo.

Últimas construcciones y su repartición en la ciudad

Son un conjunto de infraestructuras destinadas a mejorar las condiciones de tráfico, reducir la congestión vehicular y salvar los obstáculos topográficos. Se trata de obras que cuentan con una sección aérea, es decir, provistas de un vano: puentes, viaductos, tramos viales aéreos de enlace. Para simplificar, se denomina “puentes” a todas estas obras. También se incluye entre las obras viales a los túneles.

De un total de 90 puentes ubicados en la aglomeración, 76 (84%) fueron construidos antes de 1990, 11 (12%) entre 1990 y 1996 y tres después de esta fecha, hasta finales de 2003. Un intercambiador cuya construcción se inició en diciembre de 2001 fue inaugurado en diciembre de 2003 en el sector de La Villa Flora. Otros ubicados en las intersecciones de las avenidas Mariana de Jesús y América y de las avenidas Naciones Unidas y América se inauguraron en el año 2004. La repartición de estas obras evidencia un desequilibrio marcado a favor de la mitad norte de la ciudad de Quito que concentra 54 obras (60% del total). El espacio central reúne 41 infraestructuras (46%), las zonas suburbanas 34 (38%) y la mitad sur de Quito tiene solo dos obras viales. El espacio central está entonces mejor provisto para afrontar cada día la afluencia masiva de los vehículos (espacio a donde llega el 50% de los usuarios del transporte colectivo urbano e interparroquial). En los sectores periféricos suburbanos, las obras son en su mayoría puentes que permiten cruzar los ríos, cuyo lecho puede ser profundo (río Chiche).

Quito cuenta también con tres túneles situados en la parte alta del centro histórico al oeste en la Avenida Mariscal Sucre. Estos túneles inaugurados en 1978 y 1979 permiten conectar el espacio norte con el sur de la ciudad pero están, desde hace algunos años, saturados en especial en las horas pico. Además de los ejes y obras viales, otros elementos materiales son imprescindibles para el funcionamiento de los sistemas de transporte colectivo e individual. Se trata de diferentes terminales de transporte colectivo, talleres de mantenimiento de los operadores de transporte, parqueaderos públicos, gasolineras.

Otros equipamientos e instalaciones necesarios para la movilidad

En Quito no se cuenta con transporte ferroviario (un tren sigue funcionando varias veces a la semana y transporta varios centenares de pasajeros en el mejor de los casos. Su vocación es esencialmente turística ya que permite acceder al Parque del Cotopaxi. En este sentido, no forma parte integrante del sistema de transporte cotidiano de la aglomeración) ni con transporte subterráneo. Los medios de transporte funcionan gracias a un conjunto de

instalaciones superficiales las cuales tampoco se reparten de manera equitativa. Se presenta a continuación las principales, que desempeñan un papel importante a diario y que pueden resultar esenciales en caso de emergencia.

a) Instalaciones específicas para el transporte colectivo

Para el transporte colectivo interprovincial de personas existe un gran terminal terrestre (Cumandá) ubicado en el margen del centro histórico al sureste. De allí salen cada día más de cincuenta compañías de buses.

Quito cuenta también con terminales de transporte colectivo intercantonal, interparroquial y urbano y estaciones de transferencias multimodales. Terminales y estaciones de transferencias se encuentran en casi todos los casos en el mismo lugar. El intercambiador El Trébol era para el 2002 un nodo de conexión entre cuatro líneas de transporte interparroquial, seis líneas intercantonales y 43 líneas urbanas.

Este nodo a partir del cual las conexiones son múltiples no cuenta con una construcción específica, los pasajeros esperan en la calle (una estación de transferencia cuya construcción está prevista en las inmediaciones de la actual parada de buses intercantonales, entre La Marín y El Trébol, permitirá resolver pronto el problema). Una situación similar se vivía en La Marín, Plaza Argentina y Seminario Mayor pero fue superada en el 2004 con la construcción de infraestructuras especiales.

De su lado, los dos sistemas de transporte colectivo que circulan en carril exclusivo (el trole y la ecovía) cuentan con instalaciones propias, carril exclusivo y sus paradas específicas incluyen algunas grandes estaciones. Se trata de centros intermodales que conectan el trole con el bus o en el caso de la ecovía los buses articulados del tramo central con los buses integrados que atienden los barrios periféricos. Desde diciembre de 2004 funciona también el Metrobús sobre el corredor de las Avenidas La Prensa y América bajo el mismo principio.

b) Principales equipamientos asociados a la circulación en general

Parqueaderos públicos con varios pisos: la disponibilidad en estacionamientos públicos en un lugar de destino condiciona profundamente el uso del transporte individual. De un total de siete parqueaderos que cuentan con varios niveles, cinco se encuentran en el centro histórico, con una capacidad total de 2.100 puestos. Se trata de los siguientes parqueaderos: El Tejar (717 puestos), Montúfar (542), Cadisán (393), San Blas (373) y Museo de la Ciudad (44). La existencia de estos parqueaderos se debe al hecho de que no hay posibilidades de estacionamiento en las callejuelas, menos aún con el hecho de que el municipio ha favorecido los desplazamientos peatonales mediante el ensanchamiento de las veredas. En los demás sectores, en cambio, el estacionamiento a lo largo de las veredas es común, no siempre legal y a menudo molesto para el tránsito.



Estaciones de servicio: garantizan la distribución de combustibles para autos, camiones y también las unidades de transporte colectivo (excepto trolebús). El trole cuenta con su propio sistema de abastecimiento en diesel (para el motor auxiliar). En cambio, según las encuestas realizadas, ningún operador de transporte colectivo posee su propio reservorio de combustible. En caso de desabastecimiento temporal (como fue el caso en 1987 luego del terremoto) los buses podrían encontrarse en la imposibilidad de mantener su servicio. Ello evidencia una forma de vulnerabilidad del transporte en bus en comparación con el trole que además funciona ante todo con energía eléctrica. Las gasolineras no se reparten de manera equitativa en la aglomeración. Se observa una densidad más alta al norte del cerro El Panecillo, zona de mayor consumo debido a su alta frecuentación. La mitad norte de la ciudad cuenta también con el parque automovilístico más elevado.

El sistema de transporte: particularidades, funcionamiento, utilización y evolución

a) Modos de transporte colectivo

La oferta de transporte colectivo en el DMQ se asienta en la circulación de buses, minibuses y unidades del trole gestionados por diferentes tipos de operadores y que transportan cotidianamente unas 2 millones de personas (sin embargo, estos valores son subestimados porque no toman en cuenta el transporte intercantonal ni el informal en buses y camionetas no regularizadas por la EMSAT, esencialmente al final de los recorridos de las líneas convencionales en los barrios marginales o de difícil acceso).

La flota de buses del sector privado representa el 97,2% del total de las unidades en circulación y satisface al 84,3% de la demanda diaria en transporte colectivo. De su lado, el trole con solamente el 1,7% del total de vehículos traslada al 11% de la demanda diaria en transporte colectivo. Ello se debe a que el trole tiene una capacidad de 180 pasajeros, mientras los buses convencionales solo tienen 50 asientos. Por el contrario, el transporte escolar e institucional con el 26% de la flota transporta solamente el 2,5% de la demanda diaria debido al uso masivo de minibuses que no pueden llevar a más de 15 personas, en general.

b) La oferta privada del transporte colectivo público

El transporte colectivo público se define como un transporte realizado de manera colectiva y accesible a todos, es decir, no es exclusivo. En esta sección se analizan los actores privados que prestan un servicio de transporte colectivo público. A este sistema se le da el nombre de “sistema convencional privado de transporte colectivo” opuesto al “sistema integrado municipal” descrito posteriormente.

J. M. Cusset (1993) en una síntesis comparativa sobre los sistemas de transporte colectivo en los países del sur menciona: “*si bien el concepto de servicio público no es desconocido en los países latinoamericanos, el papel del Estado y del sector público no es preponderante en la oferta del transporte colectivo. Históricamente, el servicio público fue concesionado a unos monopolios privados en los años veinte o treinta, época en la cual empresas de*

tranvías con fondos extranjeros operaban las redes en la mayoría de las capitales. Muy temprano prevaleció un servicio de transporte público multiconcesionado al sector privado...”.

La evolución de la oferta de transporte colectivo en Quito no es distinta a la experimentada en Latinoamérica. De hecho, el abandono en 1948 del tranvía inaugurado en 1914 obedeció a la competencia con las cooperativas de buses recién conformadas. Éstas se adaptaron fácilmente a la expansión urbana cada vez más intensa y podían atender a los barrios periféricos lejos de la línea del tranvía. Es así como nació la organización del transporte en numerosas cooperativas pequeñas, rivales entre sí. Dadas las condiciones actuales (tamaño de la ciudad, magnitud de los flujos) tal sistema de transporte ya no es adecuado.

A pesar de los intentos municipales para incentivar su cambio, las cooperativas tardan en ser reemplazadas totalmente por un sistema empresarial eficiente.

c) Cooperativas versus compañías

Dos estatutos jurídicos diferencian los operadores de transporte en Quito. Algunos son constituidos en cooperativas, otros en compañías (empresas). Esta diferencia tiene una implicación directa en la calidad del servicio propuesto y explica la competencia entre los múltiples operadores.

En las **cooperativas** de transporte los miembros no pueden tener más de un vehículo, deben ser choferes profesionales y manejar ellos mismos su vehículo. En la práctica, pocos dueños de buses conducen el suyo, entregan la conducción a choferes contratados. De su lado, el funcionamiento de las **compañías** de transporte se parece más al de las empresas constituidas por accionarios. Las compañías poseen un capital y son dueñas de la flota de buses. Los vehículos no pertenecen directamente a un socio, es la empresa que los adquiere directamente y contrata a choferes profesionales asalariados.

En el año 2001, la mitad de los operadores de transporte urbano estaban organizados bajo la forma de cooperativas y gestionaban la mitad de la flota (MDMQ/DMT, 2002). La otra mitad era constituida en compañías. De su lado, las cooperativas interparroquiales seguían siendo mayoritarias en número y administraban el 73% de la flota.

La permanencia de las cooperativas tradicionales y la atomización de la oferta conllevan un conjunto de externalidades adversas. Entre ellas, cabe destacar la competencia entre los choferes de una misma cooperativa, entre cooperativas o entre cooperativas y compañías. En efecto, en las cooperativas los choferes son pagados a destajo y entregan una cantidad fija de dinero al dueño del bus al final del día; mientras más pasajeros recogen los choferes de las cooperativas, mayores serán sus beneficios. El afán de ventaja económica lleva a la competencia entre choferes quienes son particularmente irresponsables por los cambios bruscos de carril y dirección que



realizan. Además no se detienen completamente a recoger a los pasajeros, lo que implica una falta de seguridad, alto número de accidentes, problemas de contaminación atmosférica y ruido.

d) Repartición desigual de las flotas entre operadores

En el 2001, los operadores privados de transporte colectivo urbano e interparroquial eran 55 y 29, respectivamente, lo que evidencia una repartición desigual del número de buses entre los operadores. En el caso del transporte urbano, el 20% de operadores tenía flotas inferiores a 20 unidades mientras que el 17% poseía flotas superiores a 70 unidades y concentraba el 36% de la flota total. Dos operadores (Paquisha y Catar) administraban 106 y 196 unidades, respectivamente.

El panorama era similar en cuanto al transporte interparroquial en el 2001. El 31% de los operadores tenía flotas inferiores a 12 unidades y sólo el 12% de los operadores poseía flotas superiores a 40 unidades y concentraba el 34% de la flota total.

e) La política de reagrupación y profesionalización de los operadores

A lo largo de los últimos años, para remediar esta prestación de servicio deficiente y peligrosa, las instancias municipales a cargo del transporte incentivaron la conversión de las cooperativas en compañías y la reagrupación de los operadores en empresas dotadas con bases financieras sólidas, capaces de prestar un servicio en un amplio sector urbano. La municipalidad lo logra poco a poco, no sin dificultad, a través de la concesión de la operación en algunos corredores.

Por ejemplo, en el 2000, el municipio inició un proceso innovador cuyo objetivo fue entregar la prestación de la operación de la ecovía a la empresa Transoc que reúne a todos los operadores que circulaban inicialmente en la Avenida 6 de Diciembre. En lo que se refiere al transporte interparroquial, la tendencia ha sido la misma. En el corredor periférico Quito-El Quinche, se observó en el año 2002 una reagrupación de cuatro cooperativas interparroquiales (Cooperativas Yaruquí, Tumbaco, Pifo y Puembo) que conforman desde entonces la empresa Sotranor.

f) Servicios y tarifas

Durante muchos años el CNT practicó una política muy particular que consistía en determinar a nivel nacional las tarifas de transporte colectivo urbano sin tomar en cuenta el tamaño de la ciudad y la extensión de las redes de transporte.

Hasta el año 2003, dos servicios de buses coexistían: (1) el servicio “popular”, el más barato (18 centavos de dólar) con buses vetustos (más de 10 años) y (2) el servicio “especial”, el más caro (25 centavos) con buses más

nuevos. Las tarifas son ajustadas según el precio de los combustibles el cual no dejó de subir desde 1999, situación que originó varios levantamientos indígenas. Sin embargo, con la devaluación de la moneda nacional, el Sucre, reemplazado desde el 2001 por el dólar estadounidense, el costo del pasaje (calculado en dólares) bajó en una primera etapa. Luego, en el 2003 volvió a alcanzar el costo vigente en 1997 el cual era relativamente bajo a nivel latinoamericano.

g) Reciente renovación de la flota

Hasta el 2002, por decreto del Consejo Nacional de Tránsito (CNT), todos los pasajeros estaban obligados a viajar sentados, excepto en los buses “populares”.

Desde 2002 la EMSAT adoptó la resolución de continuar aplicando esta medida en los buses “populares” y “especiales” construidos antes de 2001 con un chasis de camión, equipados con 40 a 50 asientos y que cuentan con un pasillo central estrecho. En cambio, esta medida ya no rige para los nuevos buses ecológicos, llamados buses tipo, especialmente diseñados para el transporte de personas con un chasis más bajo que ofrece a los usuarios un acceso más fácil y más puestos de pie. Desde el 2002, se reemplazan progresivamente los buses viejos populares y especiales por buses tipo uniformizados que pueden transportar a 90 personas.

La adopción progresiva de estos vehículos permite transportar un mayor número de personas utilizando un menor número de unidades lo que se traduce en beneficios para el sistema territorial metropolitano gracias a la reducción de la contaminación y congestión vehicular. De su lado, los operadores resultan favorecidos en la medida en que los costos de operación son menores (más pasajeros por unidad en circulación) y al ser uniformizados, los operadores reducen el costo de mantenimiento de sus vehículos. Esta evolución cualitativa del sistema de transporte, tiene tres objetivos: mejorar la calidad del servicio (confort, seguridad), limitar las emanaciones de gases tóxicos y dar mayor fluidez al tráfico (al disminuir poco a poco la flota de buses).

h) Escasez de paradas fijas

De modo general, en el DMQ los buses no se detienen a tomar pasajeros en lugares fijos, sino en donde los peatones manifiestan el deseo de subir o bajar, de tal forma que para llegar a su destino la distancia que deban caminar sea mínima. Esta práctica, que es muy cómoda para el usuario, presenta múltiples inconvenientes: la seguridad de los usuarios no está garantizada, el manejo brusco provoca accidentes de tránsito, aumenta el consumo en combustibles, genera contaminación, molestias de ruido y conlleva bajas velocidades comerciales y consecuentemente los recorridos toman mucho tiempo. Para remediar esto, la EMSAT implementó la ejecución de paradas de bus a lo largo de las avenidas principales (Amazonas, Shyris) que se extenderán progresivamente a toda la ciudad. Si bien la existencia de estos equipamientos es una condición necesaria para que los choferes y usuarios respeten las paradas de bus, no es en ningún caso una condición suficiente.



i) Ordenamiento de la red de transporte colectivo

La red de transporte colectivo oficial contaba en el 2001 con 146 líneas de buses urbanos, 52 líneas interparroquiales y una docena de líneas intercantonales; los operadores prestan servicio en varias rutas. La organización de la red urbana es esencialmente de norte a sur dada la configuración longitudinal de la ciudad.

A la red urbana, se superpone la red interparroquial que recubre parcialmente la primera en algunos corredores (Prensa, Galo Plaza Lasso, América, Patria, Gran Colombia, Eloy Alfaro) y la red intercantonal.

Las líneas intercantonales procedentes de Los Chillos transitan por la autopista Rumiñahui y se detienen en el intercambiador de El Trébol. Aquellas que conectan Quito con Machachi llegan al terminal terrestre Cumandá por la Avenida Maldonado. Aquella procedente de Cayambe entra a la ciudad por la Avenida Mariscal Sucre al norte hasta su terminal en el centro-norte.

En lo que se refiere a la red interparroquial no se conocen en detalle las rutas de bus, salvo en el corredor Quito-El Quinche.

La superposición de un gran número de líneas en manos de diferentes operadores permite entender de alguna manera la competencia entre choferes, previamente descrita. El hecho de que los servicios extra urbanos lleguen al interior de la ciudad contribuye a incrementar la sobrecarga de tráfico y la contaminación.

7.3.7. Oferta y demanda actual del sistema de transporte

Algunas de las debilidades del sistema de transporte de Quito se resumen a continuación:

- Acelerado crecimiento de la población y aumento progresivo de la tasa per cápita de viajes motorizados (viajes día por persona).
- Explosiva expansión de la urbanización y dispersión de los usos del suelo.
- Cambio vertiginoso de la tasa de propiedad de vehículos en el Distrito que genera una demanda creciente de la capacidad vial.
- Ineficiente y débil estructura organizacional para la prestación de los servicios de transporte colectivo del sector privado.

A continuación se analizan la oferta y demanda de transporte en el DMQ con el objeto de comprender la dinámica de la ciudad con respecto a este aspecto.

Oferta de transporte

El análisis de la oferta de transporte se enfocó sobre la red vial y el transporte público, y los resultados son los siguientes:

Red vial

El subsistema vial está constituido por cuatro tipos de vías jerarquizadas y relacionadas funcionalmente por las intersecciones generadas por las mismas. La jerarquía de la red se estableció en orden de importancia para la movilidad y conexión dentro del distrito. Los tipos de vías definidos son los siguientes:

Vías expresas: corresponden a vías diseñadas para altas velocidades, de gran capacidad, que proveen viajes ininterrumpidos utilizando control de accesos total o parcial, además de no tener un desarrollo frontal con accesos directos a la vía. De modo ideal, estas vías deberían únicamente conectarse a través de intercambiadores con vías de tipo arterial.

Si se apega a la definición estricta de la jerarquía vial, se puede decir que no existen vías expresas en la ciudad, salvo el carril central de la autopista General Rumiñahui, que de hecho tiene control de accesos. Sin embargo, de cierta forma la avenida Simón Bolívar y en especial las nuevas prolongaciones norte y sur de la misma, tienen un carácter de vía expresa, con pocos accesos y escaso desarrollo de viviendas frontal a la vía.

Vías arteriales: corresponde a vías de gran o moderada capacidad que acarrean grandes volúmenes de tráfico entre barrios dentro del área urbana, por lo general tienen pocos accesos directos a residencias y están conectadas con otras vías del tipo colector y local.

Vías colectoras: corresponden como su nombre lo indica a vías que se encargan de recoger el tráfico de vías locales y secciones de barrios y llevarlo hacia las vías principales.

Vías locales: corresponden a vías que proveen acceso a las residencias y barrios.

Dada la configuración de la ciudad, las principales vías arteriales y colectoras de mayor importancia están ubicadas en dirección norte-sur. En el norte de la ciudad se tiene un total de tres vías arteriales, dos vías colectoras de importancia y una vía expresa, con una capacidad total de 18 carriles por sentido de circulación. En la parte sur de la ciudad, existen dos vías arteriales y una expresa, con una capacidad total de ocho carriles por sentido de circulación.

La avenida Simón Bolívar recorre toda la ciudad de sur a norte con una longitud aproximada de 44 km. Esta vía se encuentra ubicada en el extremo oriental de la meseta alta de Quito y constituye un enlace entre las vías de



acceso a los valles orientales y la ciudad alta, además de desempeñarse como una vía de paso para viajes que atraviesan la ciudad. Dada la topografía que atraviesa esta vía, la conectividad con ambos lados de la misma es limitada, tiene conexiones con la Panamericana sur (en el cantón Mejía), Av. Morán Valverde, J.B. Aguirre (vía antigua Conocoto), autopista General Rumiñahui, vía Los Conquistadores, Interoceánica, Granados, El Inca y Panamericana norte.

Según la jerarquía determinada, la malla vial del DMQ corresponde aproximadamente a 10.000 kilómetros, de los cuales 3.400 km corresponden a la zona urbana consolidada.

Considerando la jerarquía de las vías (arteriales, colectoras y locales), el problema es la falta de las vías colectoras (solo 7% del total). En particular, se evidencia que varias zonas de la ciudad (por ejemplo: Calderón, Eloy Alfaro y Quitumbe) solo tienen vías arteriales y locales, con un fuerte déficit de vías colectoras.

Por tanto, en estas áreas el transporte público y todo el tráfico tiene que circular por las vías locales y claramente son vías que se congestionan muy rápido y que no tienen la capacidad de cumplir el rol de una vía colectora. Un ejemplo de esta situación podría ser la dificultad de realizar los radios de giro en las vías locales por parte del transporte público tradicional.

Las mayores densidades viales corresponden a la zona Eloy Alfaro, Quitumbe y Centro.

Finalmente, con respecto a la construcción de modalidades alternativas de transporte, la Alcaldía de Quito tiene prevista la construcción de una ciclovía urbana permanente denominada Ciclo-Q, que se extenderá por 100 kilómetros a lo largo de la ciudad, uniendo el norte, el centro y el sur, y enlazándose en su trayecto con los principales parques de la ciudad. Actualmente, se encuentra construido el primer tramo de la Ciclo-Q, que va desde la calle Isla Tortuga (sector Jipijapa al norte) hasta el parque La Alameda (centro), en un recorrido que incluye: calle Japón, Plaza Cívica, parque La Carolina, avenida Naciones Unidas, avenidas Eloy Alfaro y República, Ministerio del Ambiente, Hotel Marriot, avenidas Amazonas y Colón, Plaza de los Presidentes, Avenida Patria y parque El Ejido, lo que representa en total 7 km de ciclovía bidireccional, o sea el 7% del sistema proyectado. Considerando las experiencias a nivel internacional, las ciclovías presentan impactos positivos, no solo si se compara con la contaminación generada por otros medios de transporte, sino también para la descongestión a nivel de números de vehículos que viajan en el territorio, y por eso son un elemento clave a tomar en cuenta para el desarrollo de las centralidades.

Transporte público

Con base en los datos de la Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EMMOP) en el DMQ hay una flota total de 1.913 buses convencionales que en su mayoría sirven la parte sur de la ciudad (95 rutas con el 74,6% de la flota disponible).

Con respecto al transporte troncalizado, si se considera la cobertura del territorio de las líneas de transporte público, se nota como el déficit del servicio es particularmente relevante en las Administraciones Zonales de Los Chillos y La Delicia, mientras la Administración Zonal Centro es la que más cobertura tiene.

Cobertura

En cuanto a accesibilidad al servicio si se considera que es “aceptable” que una persona tenga que caminar hasta 10 minutos para llegar a una parada o línea de transporte, y se traza un “buffer” a todas las líneas de transporte se puede obtener un área de cobertura adecuada. En función de este concepto se obtuvo que las zonas rurales, como en el caso de la Administración Zonal de Aeropuerto, son las que menos acceso a transporte público tienen, con valores del 60% de la población con acceso adecuado, mientras que zonas como la Norte, Centro y Eloy Alfaro tienen un acceso aceptable cercano al 100% de la población.

Considerando las zonas propiamente urbanas, el análisis demuestra como Calderón tiene problemas de accesibilidad al transporte público, con una cobertura del 80%.

Finalmente con respecto a las paradas, cabe señalar que el sistema de transporte público de Quito, con la excepción del sistema troncalizado (Ecovía, Metrobús, Trolebús), está caracterizado por la falta de paradas fijas y definidas. Si bien en algunos corredores se han especificado paradas, como es el caso de la avenida Amazonas, estas no son respetadas ni por los operadores ni por los usuarios. El municipio ha buscado formas de que se respeten las ubicaciones de las paradas mediante la colocación de infraestructura en la calzada; sin embargo, estas medidas en muchos casos no han dado el resultado deseado y comprometen la seguridad del resto de usuarios.

Demanda de transporte

La demanda total de pasajeros en el DMQ, considerando la hora pico y hora valle (por lo que la demanda diaria es únicamente referencial y solo está dividida en transporte público y privado, y además solo se consideran los viajes motorizados) fue calculada en el Estudio de Demanda de Transporte, Cal & Mayor en unos 3,8 millones de personas (ver Cuadro), con un promedio de 1,85 viajes por habitante (para una población estimada al 2007 de 2,06 millones de habitantes). Además, se observa que existe una preferencia marcada a favor del transporte público con el 73% de los viajes motorizados totales.



Cuadro 7.82 Demanda de transporte diaria total DMQ

	MOTIVO DE VIAJE	VIAJES TOTALES %	VIAJES/PERSONA
Transporte Público	2.774.700	72,8	1,346
Transporte Privado	1.035.071	27,2	0,502
	3.809.771	100,0	1,848

Fuente: Estudio de Demanda de Transporte, Cal & Mayor – Idrobo Asoc., EMDUQ, 2007

En cuanto a los motivos de viajes, el referido Estudio de Demanda de Transporte (2007) considera cinco motivos, los cuales están clasificados de acuerdo con las actividades que se realizan tanto en el origen como en el destino. Estos motivos fueron los siguientes:

Viajes para trabajo: basado en el hogar de ida (BHT), viajes cuyo origen es el hogar y el motivo es el trabajo.

Viajes para estudio: basado en el hogar de ida (BHE), viajes cuyo origen es el hogar y el motivo es el estudio.

Otros motivos basados en el hogar de ida (BHO), como viajes cuyo origen es el hogar y tienen varios motivos (salud, recreación, compras, etc.).

Basados en el hogar de retorno (BHR), son los viajes de todos los motivos que están regresando al hogar (trabajo, escuela, otros).

No basado en el hogar (todos los motivos) (NBH), son viajes en los cuales ni el origen ni el destino corresponden al hogar (viajes del trabajo a comer, negocios, etc.).

Con respecto al transporte público, cabe señalar que el sistema de transporte público colectivo moviliza 2,7 millones de pasajero/día; cerca de 2 millones utilizan el sistema convencional, que se desplaza a un promedio de 14 km/hora (el promedio deseable es de 18 km/hora); el resto de viajes utiliza el sistema Metrobús-Q con un promedio de velocidad de 20 km/hora (el promedio deseable es de 25 km/hora) (Programa de Fortalecimiento de Centralidades Urbanas de Quito (EC-L1041).

De este análisis se puede concluir lo siguiente:

- Los mayores generadores de viajes en el DMQ corresponden a los motivos de trabajo y escuela con el 81% de los viajes en hora pico.

- En la hora valle existe una pequeña tendencia de los usuarios de transporte privado, lo que se ve reflejado en un mayor porcentaje de usuarios en este modo respecto del promedio (35% vs 27%). Sin embargo, en ciertas zonas periféricas, con base en estudios del año 2007 se observa una preferencia marcada por el transporte privado, especialmente en la zona del valle de Cumbayá – Tumbaco, donde se estima que un 45% de los viajes se realizan en vehículo privado.

Si se consideran los desplazamientos entre la ciudad, el análisis demuestra que la Administración Zonal Norte tiene la más alta concentración de viajes con el 35% de los viajes de toda la ciudad. De este 35% tan solo un 15% de los viajes provienen de la misma zona, por lo que se puede concluir que un 20% de los viajes totales de la ciudad tienen como destino en hora pico la zona norte. Las zonas Eloy Alfaro, La Delicia y Centro absorben un 40% del total de viajes del distrito, mientras que el 25% restante está repartido entre las otras 6 zonas consideradas.

Además, si se consideran los desplazamientos interzonales, el análisis demuestra un gran desequilibrio entre las diferentes administraciones zonales. Algunas áreas zonales son más generadoras de desplazamientos como Calderón, Eloy Alfaro y Quitumbe, mientras que las áreas zonales que atraen más población, primariamente por motivo de trabajo y estudio, son la Norte y Aeropuerto.

Finalmente, con respecto a los tiempos de viajes, en promedio se puede decir que los usuarios de transporte privado tardan entre 15 y 18 minutos para ir a sus destinos, mientras que los usuarios de transporte público tardan entre 52 y 62 minutos para hacer un viaje. Cabe señalar que para los viajes en transporte público se considera el viaje completo, es decir caminata, espera y tiempo en vehículo, mientras que para transporte privado se considera únicamente el tiempo en vehículo.

A nivel de administración zonal, si no se toman en cuenta las zonas del nuevo Aeropuerto y el área de Los Chillos (rural) que son las zonas más alejadas consideradas, se puede observar que las zonas de Los Chillos, Quitumbe, Calderón y Tumbaco son las que requieren de mayor tiempo de viaje en promedio, siendo este entre una hora y una hora veinte minutos para transporte público, comparado con un promedio de 40 minutos para las zonas Centro y Norte⁴⁴.

Además, según estimaciones del municipio, los viajes en transporte colectivo están disminuyendo en una proporción promedio del 1,2% anual e inversamente los viajes en transporte individual crecen en esa misma proporción. Al año 2025, la tendencia indica que el 55% de los viajes se realizarían en transporte individual y el 45% en transporte colectivo. Esto significa que la demanda de viajes en transporte individual se incrementaría en 4 veces, mientras que en transporte colectivo apenas 1,5 veces. La situación es más desfavorable todavía si se considera la distancia promedio de recorrido, en cuyo caso los viajes en transporte individual crecerá seis veces

⁴⁴ Programa de Fortalecimiento de Centralidades Urbanas de Quito (EC-L1041)



(con todos los impactos sobre la congestión vehicular y la contaminación del aire), mientras que solo dos veces el transporte colectivo.

7.3.8. Urbanismo

Principales problemas de urbanismo

En el análisis de la situación actual de Quito aparece claramente la existencia de algunos problemas importantes. En particular, dadas las características geográficas y el aumento considerable de la población se agudizan los problemas de crecimiento urbano a todos los niveles:

- a) problemas urbanos con respecto al desplazamiento diario de la población, la expansión informal de la ciudad, el tráfico y la movilidad, la ocupación de áreas protegidas;
- b) problemas socioeconómicos con respecto al aumento de la pobreza de la población y el deterioro progresivo de la calidad de vida.

Los problemas identificados pueden ser agrupados de la siguiente manera:

1. Desequilibrio de equipamientos y servicios

El crecimiento del DMQ ha supuesto el incremento de modo progresivo de las áreas urbanas, en especial las consideradas marginales, no siempre acompañado de los elementos necesarios para su integración en el conjunto urbano, de equipamientos y áreas verdes con jerarquía más amplia que la barrial. Estos equipamientos, en una lógica de mercado y/o por la inercia del sector público de responder a las tendencias del desarrollo urbano donde la expansión es mucho más rápida que la generación de nuevos equipamientos, se han concentrado en la parte central de la ciudad, dejando sus periferias carentes y sin actividades complementarias a la vivienda, teniendo estas que recurrir y depender de las áreas centrales, volviendo más vulnerable a la población de estos sectores.

Se ha demostrado que hay un fuerte desequilibrio en la distribución de los equipamientos en la ciudad. En particular, las Administraciones Zonales (AZs) de la parte central de la ciudad son las más equipadas, con alrededor del 40-50% de las infraestructuras en educación, salud y comercio de toda la ciudad, mientras que las otras zonas presentan porcentajes mínimos de equipamiento, especialmente las AZs de Los Chillos, Quitumbe y Tumbaco. Además, a partir de las reuniones con los actores clave y la documentación existente, a la falta de equipamientos que generan centralidades, se unen otros problemas a ellos relacionados y que son: i) la subutilización de los equipamientos existentes; ii) la prestación de algunos servicios de alta demanda ciudadana en un único punto de servicio; iii) las adecuaciones físicas inadecuadas para prestación del servicio.

2. Desplazamiento día/noche de la población

Una consecuencia del desequilibrio de los equipamientos y servicios en la ciudad es la generación de flujos de personas que diariamente viajan desde la periferia hacia el centro de la ciudad y las otras AZs que tienen mayores equipamientos, lo que conlleva, además de las incomodidades para tener que viajar a fin de usufructuar un servicio, es el alto tráfico y los altos tiempos por desplazamientos para acceder a las actividades y servicios. Como se demostró en el análisis, el 73% de la población utiliza el transporte público con un tiempo de desplazamiento entre los 52 y 62 minutos, mientras el restante 27% que utiliza el transporte privado tarda solamente 15-18 minutos. En promedio se producen 1,85 viajes por habitante. Considerando la motivación del viaje, el análisis demuestra como los motivos de empleo y estudio producen el 81% de los viajes en hora pico, y que la zona centro y centro-norte recibe el 35% de viajes de toda la ciudad. De este 35% tan solo un 15% de los viajes provienen de la misma zona, por lo que se puede concluir que un 20% de los viajes totales de la ciudad tienen como destino en hora pico la zona norte. Las zonas Eloy Alfaro, La Delicia y Centro, absorben un 40% del total de viajes del distrito y el 25% restante está repartido entre las otras 6 zonas consideradas.

3. Carencia de malla vial colectora

Considerando la jerarquía de las vías (arteriales, colectoras y locales), el problema es que en varias zonas de la ciudad (por ejemplo: Calderón, Eloy Alfaro y Quitumbe) solo tienen vías principales y locales, con un fuerte déficit de vías colectoras. Por tanto, en estas áreas el transporte público y todo el tráfico tiene que circular por vías locales y claramente son vías que se congestionan muy rápido y no tienen la capacidad de cumplir el rol de una vía colectora. Un ejemplo de esta situación es la dificultad de realizar los radios de giro en las vías locales por parte del transporte público tradicional.

4. Carencia de modos alternativos de transporte que mejoren la accesibilidad

Considerando que las ciclovías representan sin duda un modo alternativo al transporte tradicional sería necesario facilitar la integración de este sistema con el de las centralidades urbanas para facilitar su conectividad y accesibilidad.

5. Alteración y vulneración de los espacios naturales por el desordenado crecimiento urbano

La construcción informal de vivienda se desarrolla de manera dispersa en el DMQ, no siempre cumple la normativa vigente y se encuentra ubicada en la periferia urbana, sobre las áreas de protección ecológica en su mayoría, en sectores de fuertes pendientes y terrenos deleznable.

Con la incorporación al perímetro urbano legal de la ciudad de estas zonas ilegales, con los programas de legalización y mejoramiento de barrios que adelanta el Distrito y la política de densificación de las áreas urbanas



con bajo aprovechamiento, la tendencia de crecimiento informal se ha ido desestimulando. Sin embargo, la tendencia a la extensión espacial de la ciudad, en especial en las zonas de riesgo se mantiene, mientras que el modelo de baja densidad demográfica que caracteriza a la ciudad acentúa el deterioro ambiental y los riesgos.

6. Desbalanceado crecimiento poblacional

Las tasas de crecimiento poblacional disminuyen en el área central, sin embargo hay un aumento exponencial en las zonas periféricas y suburbanas que demuestran una tendencia centrífuga que incrementa la presión del suelo en estas zonas, lo cual es problemático en términos de funcionalidad y eficiencia de la estructura urbana (movilidad, equipamiento) y también en términos ambientales.

Por último, es importante señalar que el espacio público ha sido considerado como una sumatoria de espacios residuales que sirven, no importando sus condiciones, para realizar actividades cotidianas sin ofrecer mejores alternativas a sus usuarios que adaptarse al estado de estos espacios. Algunos de los problemas que se derivan de esta baja calidad de espacios son: i) la falta de integración del transporte urbano con el espacio público, ii) el diseño actual favorece la circulación de automóviles, iii) la falta de elementos donde se generen expresiones culturales y espacios de convivencia y, iv) el no considerar al espacio público como un elemento ordenador y congregante de la ciudad.

Cuando las infraestructuras de estos espacios se mejoran, además de mejorar las condiciones de sus usuarios actuales, se aumenta el uso de estos espacios con actividades recreativas y sociales que deben ser consideradas como integradoras y generadoras de desarrollo social, a través de lo cual se pueden promover varias acciones colectivas por medio de su apropiación.

Centralidades urbanas

Para la identificación de las centralidades en Quito se hizo uso de una metodología que considera los siguientes factores:

- Dinámica de crecimiento
- Densidad de la población por área / localización de zonas densamente pobladas (incluye relación con áreas verdes y accesibilidad)
- Disponibilidad de equipamientos por áreas
- Distribución de la población día / noche en Quito
- Proyectos estratégicos planteados y en desarrollo
- Uso del suelo

- Conectividad con el transporte público

El cruce de la información planimétrica de las variables arriba indicadas permitió identificar:

Las **centralidades existentes** (conformadas espontáneamente) y las **centralidades nuevas** (por conformar). Las centralidades existentes son zonas densas en donde se concentran equipamientos de educación, salud y servicios del Distrito y cuentan con una malla vial que garantiza su accesibilidad y conectividad (ver Figura).

Figura 7.241 Centralidades urbanas



Las **centralidades nuevas** son zonas de alto crecimiento que carecen de equipamientos de educación, salud y servicios del Distrito y en donde la población que allí reside debe desplazarse durante el día para acceder a empleo y servicios. Estas centralidades nuevas son zonas urbanas en proceso de consolidación y su crecimiento es desbalanceado con relación a los usos complementarios a la vivienda de los cuales carecen estos sectores.

Para las centralidades existentes la escala dependerá del número de equipamientos existentes, mientras que para las centralidades nuevas será según la vocación de las actividades económicas del sector y los proyectos estratégicos públicos en curso.

Las variables consideradas están en función de las características urbanas y socioeconómicas que caracterizan el desarrollo urbano, y se determinaron con base en la información suministrada por la Unidad de Estudios e Información de la Secretaría de Desarrollo Territorial. El análisis realizado se resume a continuación:

a) Análisis de localización de zonas altamente pobladas

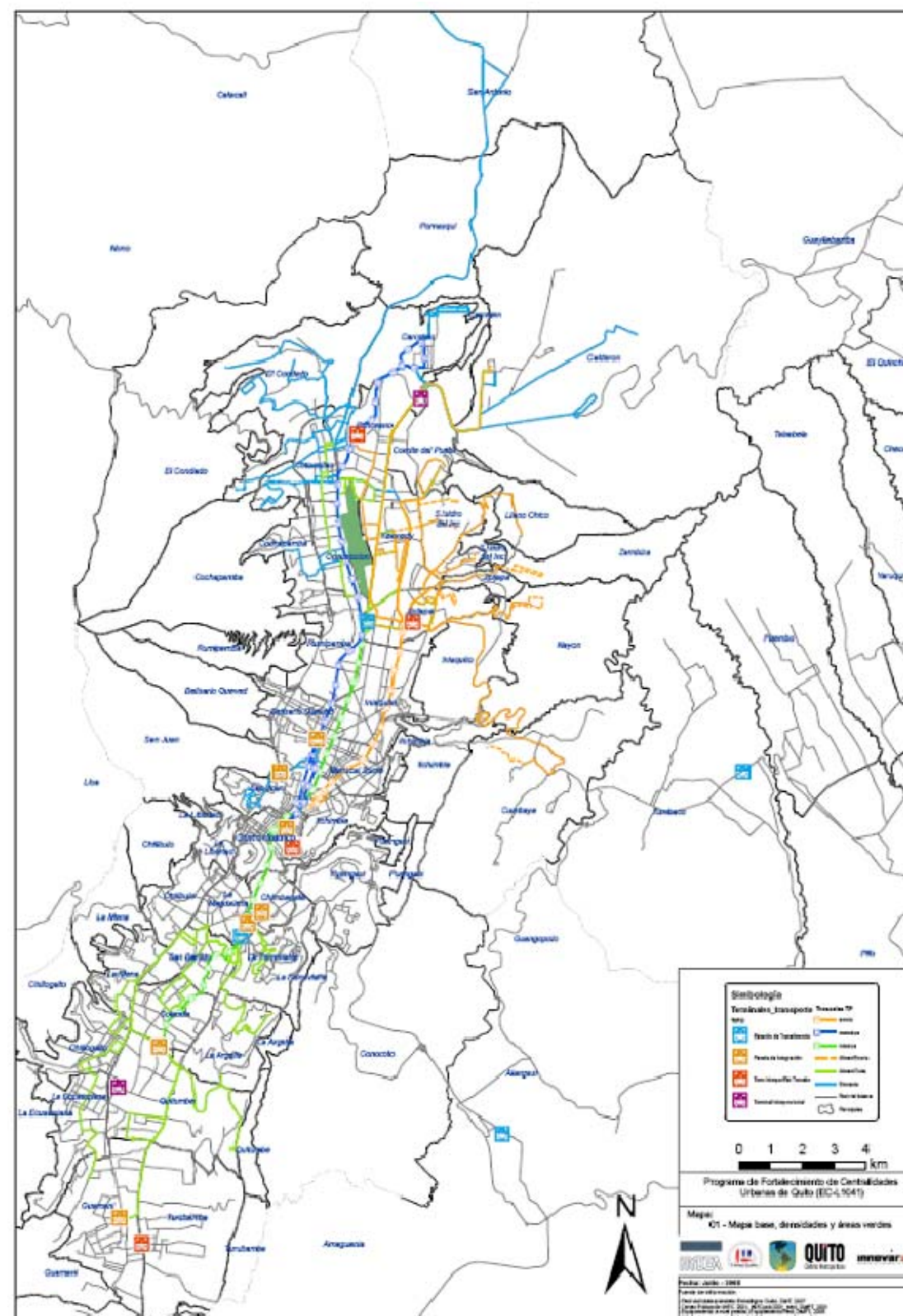
La siguiente figura representa el resultado de la estructura actual de la ciudad, ya que identifica donde se ubica la población (áreas construidas), además se incluye su relación con las áreas verdes y las posibilidades de desplazamiento asociadas al sistema vial y de transporte.

Sobre el mapa con el límite urbano, se señalan:

- Las densidades poblacionales por sector censal: se dividieron, según los rangos promedios de la siguiente manera: de 0 a 25 hab/ha, de 25 a 50 hab/ha, de 50 a 100 hab/ha, de 100 a 150 hab/ha y más de 150 hab/ha.
- Los parques urbanos mayores a una hectárea.
- Las vías y sistemas principales de transporte: metrobús, ecovía y trolebús, con sus respectivas paradas (cada 500 m aproximadamente).

En total, el análisis identifica 25 aglomeraciones urbanas densamente pobladas de interés para el desarrollo de las centralidades.

Figura 7.242 Estructura actual de Quito





En cuanto a la densidad promedio por zonas, el siguiente Cuadro muestra que la Zona Centro es la de mayor densidad poblacional con 81 habitantes/ha.

Cuadro 7.83 Localización de zonas altamente pobladas

ZONA	DENSIDAD PROMEDIO (hab/ha)
Zona Norte	34
Zona Centro	81
Zona Sur	38

Fuente: Elaboración propia, 2011

Es importante tener en cuenta, que de acuerdo a las densidades promedio actuales de 100 hab/ha en aglomeraciones urbanas identificadas, alcanzar densidades estándares de ciudades metropolitanas como Nueva York, Madrid o París de 300 hab/ha tardará aproximadamente unos 50 años, y dada la eventualidad de renovación urbana no existe posibilidad de saturación a corto o mediano plazo en estas centralidades. Por tal razón, la saturación no es una variable considerada en este análisis.

b) Análisis de equipamientos educativos y de la administración pública

Como se ha explicado, los equipamientos educativos son los que después del empleo, generan más necesidades de desplazamientos en la ciudad y por otra parte, los equipamientos de la administración pública deben orientarse a prestar servicios desconcentrados y de fácil acceso a la ciudadanía (responsabilidad de la administración) reduciendo así los motivos de viajes.

Comparando el aumento de la población con el número de equipamientos por cada AZ del DMQ, para los años 2001 (censo)⁴⁵, 2015 y 2025 (proyecciones), es posible identificar las áreas donde el fuerte crecimiento de la población aumentará; consecuentemente, las necesidades de dichas poblaciones se incrementarán, y por tanto la ubicación de estos equipamientos (potenciales o existentes a potenciar) es estratégico para la identificación de las centralidades.

En cuanto a los equipamientos educativos las zonas centrales de la ciudad (centro-norte y sur) son las que presentan el más alto déficit en equipamiento, sin embargo si se toman en cuenta las proyecciones futuras se puede constatar que las zonas del norte (Calderón y La Delicia) y los valles (Tumbaco, Los Chillos y Aeropuerto)

⁴⁵ Los datos definitivos del Censo de Población 2010 así como los indicadores socio económicos, no están oficialmente en la página del Instituto de Estadísticas y Censos. Cuando se disponga de los datos oficiales se podrá actualizar esta información.

serán aquellas con los mayores porcentajes de incremento de la necesidad, impactando directamente en la población residente.

Con respecto a los equipamientos de la administración pública, están igualmente concentrados en la zona central presentando un gran desequilibrio en los extremos norte y sur de la ciudad. En este caso, para el análisis se consideraron las normas de arquitectura y urbanismo del DMQ.

También en este caso, los aumentos de porcentajes son más altos para las zonas norte y valles de Quito, traduciéndose en fuertes incrementos de las necesidades de equipamiento de administración pública con respecto a la demanda actual.

c) Análisis de la repartición de la población día y noche en Quito

El análisis de la población día/noche permite la identificación de las zonas atractoras de viajes, y pone en evidencia como zonas altamente pobladas, lugares dormitorio como Laderas, Guamaní y Turubamba, se desocupan durante el día para acceder su población a diversas actividades y servicios, en su mayoría en la zona centro y centro norte. En contraposición de la población noche en donde el centro y centro norte reducen significativamente el número de residentes, sobre todo en barrios como La Mariscal y los barrios vecinos, y en los barrios situados alrededor del parque La Carolina.

En síntesis, los lugares más críticos de población día se ubican en la zona centro, mientras que la población noche se concentra en las zonas periféricas, tal como se observa en el Cuadro 7.83.

Cuadro 7.84 Repartición de la población por Zonas

ZONA	POBLACIÓN DÍA (%)	POBLACIÓN NOCHE (%)
Zona Norte	9	27
Zona Centro	87	55
Zona Sur	4	19

Fuente: Elaboración propia, 2011

d) Análisis proyectos estratégicos

Consecuente con la estrategia de desconcentración, en la ciudad se encuentran construyendo importantes proyectos estratégicos incluidos en el PGDT. Estos proyectos, especialmente los relacionados con movilidad (como los terminales de transferencia), tienen un potencial generador de centralidad, sirven para identificar



oportunidades y articular con la estrategia de fortalecimiento o consolidación de las centralidades existentes o nuevas respectivamente.

En particular, se trata de 81 proyectos considerados para la identificación de las centralidades, en especial para las centralidades nuevas en donde un proyecto estratégico requiere de acciones público-privadas para maximizar su inversión (ver Cuadro).

Cuadro 7.85 Proyectos estratégicos del DMQ

NORTE			
CALDERÓN			
	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	USO
Calderón	Parque Metropolitano	Calderón	Público
Calderón	PIMB	Colinas del Valle	Público-Común
Calderón	PIMB	Luz y Vida	Público-Común
Calderón	PIMB	San José de Morán	Público-Común
Calderón	Terminal Transferencia	Calderón 1	Público
Calderón	Terminal Transferencia	Calderón 2	Público
Calderón	Terminal Transferencia	Carapungo 1	Público
Calderón	Terminal Transferencia	Carapungo 2	Público
Llano Chico	Terminal Transferencia	Llano Chico	Público
LA DELICIA			
	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	USO
San Antonio	Terminal Transferencia	San Antonio	Público
Carcelén	PIMB	La Josefina	Público-Común
Carcelén	Terminal Transferencia	Carcelén	Público
Cotocollao		Condado Shopping	Público-Común
Cotocollao	Museo de Sitio	La Florida	Público
Cotocollao		Parque de Cotocollao	Público
Cotocollao	Terminal Transferencia	La Ofelia	Público
Cotocollao			Público
El Condado	PIMB	Caminos de la Libertad	Público-Común
El Condado	PIMB	Comité del Pueblo II	Público-Común
El Condado	PIMB	Jaime Roldós	Público-Común
El Condado	PIMB	Pisulí	Público-Común
El Condado	PIMB	Rancho Bajo	Público-Común
El Condado	PIMB	Ruperto Alarcón	Público-Común
El Condado	PIMB	Santa Isabel	Público-Común
El Condado	PIMB	Santa Rosa de Singuna	Público-Común
Pomasqui	Ciudad Bicentenario		Público-Privado
Pomasqui	Terminal Transferencia	Pomasqui	Público

SUR			
ELOY ALFARO			
	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	USO
Chilibulo	Parque Metropolitano	Chilibulo	Público
Chimbacalle	Recuperación Estación	Chimbacalle	Público
Chimbacalle	Rehabilitación	Chimbacalle	Público
Chimbacalle	Rehabilitación Cine México	Chimbacalle	Público
Chimbacalle	Terminal Transferencia	Chimbacalle	Público
Chimbacalle	Terminal Transferencia	Chiriyacu	Público
La Mena	PIMB Argelia Alta		Público-Común
La Argelia	PIMB	Santa Bárbara	Público-Común
Magdalena	Ciudad Comercial Recreo		Privado
Magdalena	Recuperación Ríos Machángara y Monjas		Público
San Bartolo	Unidad de Salud Eloy Alfaro- Ampliación		Público
QUITUMBE			
	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	USO
Chillogallo	PIMB	La Libertad de Chillogallo	Público-Común
Guamaní	PIMB	CEDOC	Público-Común
Guamaní	PIMB	El Rocío de Guamaní	Público-Común
Guamaní	PIMB	Guamaní Alto	Público-Común
Guamaní	PIMB	Héroes de Paquisha	Público-Común
Guamaní	PIMB	José Peralta	Público-Común
Guamaní	PIMB	La Perla	Público-Común
Guamaní	PIMB	Manuelita Sáenz	Público-Común
Guamaní	PIMB	Nueva Aurora II	Público-Común
Guamaní	PIMB	Plan Victoria	Público-Común
Guamaní	PIMB	San Fernando de Guamaní	Público-Común
Guamaní	PIMB	San Vicente del Cornejo	Público-Privado
Guamaní	PIMB	Turubamba de Monjas II	Público
Quitumbe	PIMB	Ciudad Quitumbe	Público-Privado
Quitumbe	PIMB	Lucha de los Pobres	Público-Común
Quitumbe	Quicentro Shopping Sur	Panamericana Sur	Privado
Quitumbe	Terminal Terrestre	Quitumbe	Público
Quitumbe	Terminal Transferencia	Cóndor Ñan	Público
Quitumbe	Terminal Transferencia	Quitumbe	Público
Turubamba	Colegio Benalcázar	Sur	Público
Turubamba		Garrochal	Público-Privado
Turubamba	Parque Industrial	Turubamba	Público-Privado
Turubamba	Parque Metropolitano del Sur		Público
Turubamba	PIMB	Caupicho I	Público-Común
Turubamba	PIMB	Caupicho III	Público-Común
Turubamba	PIMB	Venecia I	Público-Común
Turubamba	Terminal Transferencia	Turubamba	Público



VALLES			
TUMBACO			
	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	USO
Cumbayá	Parque Empresarial	Servicios	Privado
Cumbayá	Terminal Transferencia	Cumbayá	Público
Tumbaco	Terminal Transferencia	Tumbaco	Público
LOS CHILLOS			
	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	USO
La Merced	Parque Industrial	El Inga	Público
Alangasi	Terminal Transferencia	Alangasi	Público
La Merced	Terminal Transferencia	Guangopolo	Público
Conocoto	Terminal Transferencia	La Merced	Público
Conocoto	Terminal Transferencia	Conocoto	Público

AEROPUERTO			
	INSTALACIÓN	UBICACIÓN	USO
Nuevo Aeropuerto			Público
Aeropuerto,	Zona Franca y Parque Tecnológico		Público-Privado

DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	
Centros Culturales (Bibliotecas, Mediatecas)	Público
Entornos Urbanísticos de Plazas	Público
Estacionamientos Calzada y Estructura	Público
Nueva Panamericana Distrital	Público
Red de Ciclovías	Público
Sistema Metrobús Troncales	Público

Fuente: DMQ. Elaboración propia, 2011

e) Análisis del uso del suelo

Corresponde a la más reciente actualización del *Plan de Uso y Ocupación del Suelo* aprobado el año 2006, que constituye un instrumento de ordenamiento territorial y servirá de guía para la identificación de las zonas múltiples y las zonas de equipamientos, centralidades existentes y las zonas residenciales con centralidades nuevas. Adicionalmente, se identificarán las zonas protegidas que son un límite contundente para limitar la expansión (ver Cuadro).

Cuadro 7.86 Áreas protegidas por Zonas

ÁREAS PROTEGIDAS	ZONAS AZ	TOTAL DE HECTÁREAS	% DEL TOTAL DE ÁREAS PROTEGIDAS
Norte	Calderón	3.070,62	1,7
	La Delicia	54.661,56	30,2
Centro - Norte	Eugenio Espejo (Norte)	15.665,04	8,7
	Manuela Saenz (Centro)	2.498,13	1,4
Sur	Eloy Alfaro	24.440,03	13,5
	Quitumbe	3.704,24	2,0
Valles (Suburbano)	Cumbaya (Tumbaco) Tumbaco	3.373,69	1,9
	Conocoto (Los Chillos)	43.028,26	23,8
	Aeropuerto	30.393,61	16,8
	Total Distrito	180.835,17	100

Fuente: DMQ. Elaboración propia, 2011

En la localización de las zonas protegidas se puede apreciar la complejidad del territorio y cómo su crecimiento espontáneo ha generado zonas de la ciudad aisladas y con una sola vía de comunicación con el resto del DMQ. En general, en la mayoría de la ciudad se permiten los usos residenciales 2 y 3, y aunque los usos múltiples están ubicados a lo largo de los principales ejes viales, la distribución del comercio y equipamientos están distribuidos aleatoriamente a lo largo de la ciudad. Este análisis permite junto a los anteriores, identificar las centralidades en usos de suelo múltiples o bien residenciales 2 o 3 y no en zonas no aptas para consolidar una centralidad.

f) Análisis de conectividad con el transporte público

Las vías y los sistemas principales de transporte: metrobús, ecovía y trolebús, también se consideraron para poder determinar las centralidades tanto existentes como nuevas, entendiendo que las relaciones endógenas y exógenas de estos nodos son claves y que la conectividad es lo que facilita y permite estas condiciones.

Dada la información anterior se puede concluir que las escalas de las centralidades deben responder o dar respuesta a las diferentes posibilidades de accesibilidad del transporte público o movilidad alternativa para permitir y facilitar sus relaciones exógenas y su conexión con bienes y servicios (ej. ubicación de estaciones).



Caracterización del sistema de centralidades

a) Descripción y categorización de las centralidades

El análisis anterior permitió identificar las centralidades existentes y nuevas del DMQ, por lo que se puede concluir lo siguiente:

En el extremo norte se encuentran 12 centralidades (siete existentes para fortalecer y cinco nuevas con potencial). Estas centralidades se clasifican de acuerdo a las escalas determinadas en dos Barriales, siete Sectoriales, tres Zonales (ver Cuadro):

Cuadro 7.87 Centralidades del extremo norte

NOMBRE	ESCALA EXISTENTE O NUEVA
Atucucho	Barrial existente
Carcelén Bajo	Barrial existente
Calderón	Sectorial nueva
Carcelén Alto	Sectorial existente
Comité del Pueblo	Sectorial existente
Concepción	Sectorial nueva
Pisulí-Roldós (Laderas)	Sectorial existente
Pomasqui	Sectorial nueva
San Carlos	Sectorial nueva
Carapungo	Zonal nueva
Cotocollao	Zonal existente
Kennedy	Zonal existente

Fuente: Elaboración propia, 2011

En el extremo sur se encuentran nueve centralidades (seis existentes para fortalecer y tres nuevas con potencial). Estas centralidades se distinguen en tres Barriales, cuatro Sectoriales y dos Zonales (ver Cuadro):

Cuadro 7.88 Centralidades del extremo sur

NOMBRE	ESCALA EXISTENTE O NUEVA
La Mena	Barrial existente
La Argelia Sur	Barrial existente
La Argelia Norte	Sectorial existente
La Ecuatoriana	Sectorial existente
Guamaní	Sectorial nueva
Chillogallo	Sectorial existente
Turubamba	Sectorial nueva
Quitumbe	Zonal nueva
Solanda	Zonal existente

Fuente: Elaboración propia, 2011

En total se cuentan con 21 centralidades urbanas de escalas barriales, sectoriales y zonales. Adicionalmente, se identificó una gran centralidad de escala metropolitana localizada en el centro y en el centro norte de la ciudad, esta zona es la mejor servida a nivel de actividades y servicios en relación con las otras centralidades del DMQ.

Por otra parte, dada la dinámica del crecimiento del DMQ hacia sus valles se identificaron 5 zonas especiales suburbanas con potencial para su fortalecimiento o futura consolidación. Se consideran suburbanas a las centralidades que se encuentran en los valles y que geográficamente están aisladas del valle alto (ver Cuadro).

Cuadro 7.89 Zonas especiales suburbanas

NOMBRE	ESCALA EXISTENTE O NUEVA
Cumbayá	Sectorial existente
San Antonio	Sectorial nueva
	Sectorial existente
Nuevo Aeropuerto	Zonal nueva
Tumbaco	Zonal existente
Conocoto	Zonal existente

Fuente: Elaboración propia, 2011

Priorización de las centralidades

Dado lo diverso del territorio esencialmente por lo heterogéneo de su crecimiento, y con base en la metodología y los análisis descritos anteriormente, las centralidades identificadas por su naturaleza, no corresponden a divisiones geográficas o administrativas existentes, sino a un análisis técnico riguroso que podrá replicarse en otros momentos de la ciudad según su evolución territorial y prioridades de ordenamiento urbano.



El Cuadro siguiente muestra como el resultado de la identificación del sistema es diverso en el número de las parroquias que integran o componen a las centralidades identificadas.

Cuadro 7.90Composición de centralidades por porcentaje de parroquias

TIPO	CENTRALIDAD	PARROQUIA	%
Zonal nueva	Carapungo	Calderón	2,5
Sectorial nueva	Calderón	Calderón	8,3
		Concepción	4,8
Sectorial nueva	Cotocollao	Cotocollao	100,0
		Concepción	4,8
Zonal existente	Cotocollao	Kennedy	7,0
		Ponceano	49,9
Sectorial existente	Laderas	El Condado	13,8
Sectorial nueva	Pomasqui	Pomasqui	4,2
Sectorial existente	Carcelén Alto	Carcelén	15,6
		Ponceano	10,7
Sectorial existente	Comité del Pueblo	Comité del Pueblo	16,6
		S. Isidro del Inc	1,7
	Barrial Carcelén Bajo	Carcelén	53,7
		La Argelia	2,2
Zonal nueva	Quitumbe	Quitumbe	55,0
		Solanda	2,9
Sectorial nueva	Guamaní	Guamaní	18,3
Sectorial nueva	Turubamba	Turubamba	27,6
Sectorial existente	La Ecuatoriana	La Ecuatoriana	10,2
Sectorial existente	Chillogallo	Chillogallo	11,9
Zonal existente	Kennedy	Kennedy	47
Sectorial nueva	San Carlos	Cochapamba	4,4
		Concepción	30,7
	Concepción	Cochapamba	3,4
		Concepción	2,5
Sectorial nueva	Concepción	Rumipamba	28,1

TIPO	CENTRALIDAD	PARROQUIA	%
Barrial	Metropolitana	Atucucho	6,4
		Cochapamba	21,9
		Belisario Quevedo	100,0
		Centro Histórico	37,9
		Chilibulo	100,0
		Chimbacalle	9,8
		Iniaquito	26,8
		Itchimbia	0,2
		La Argelia	60,0
		La Ferroviaria	70,1
		La Libertad	100,0
		La Magdalena	100,0
		Mariscal Sucre	0,3
		Puengasi	64,3
		San Bartolo	14,8
		San Juan	0,2
Zonal existente	Solanda	Quitumbe	21,0
		San Bartolo	78,9
Barrial	La Mena	La Mena	17,2
Barrial Zonal existente	Argelia Norte	La Argelia	22,3
Barrial Zonal existente	Argelia Sur	La Argelia	16,6
Suburbana	Conocoto	Conocoto	13,5
Suburbana Zonal existente	Tumbaco	Tumbaco	10,8
Zonal nueva suburbana	Nuevo Aeropuerto	Tababela	80
Sectorial nueva suburbana	San Antonio	San Antonio	5,1
Sectorial existente suburbana	Cumbayá	Cumbayá	15,5

Fuente: Elaboración propia, 2011

Las centralidades no tienen límites físicos, son zonas que integran bienes y servicios existentes. Por ser hechos ya construidos presentan una gran variación en tamaños y formas.

Todas las centralidades deben analizarse como partes de un sistema y no sólo individualmente, esta información porcentual es importante ya que permite realizar un análisis de las centralidades identificadas comparativamente según los valores de las variables más relevantes para cada una de ella. La realización de una intervención en una centralidad tiene repercusiones en las demás y solamente una lectura de la red integrada de las centralidades permite el fortalecimiento del sistema.



El ranking que se presenta en el siguiente Cuadro está construido para las 27 centralidades según las siguientes variables y el cálculo del porcentaje de las parroquias que forman parte de cada centralidad:

- Área total
- Distancia (valor de la distancia desde el centro, tanto en tiempo como en kilómetros)
- Población y dinámica de crecimiento
- Número de viviendas
- Red vial en kilómetros
- Tiempo de desplazamiento
- Rutas de transporte público
- Espacio público por habitante
- Áreas protegidas
- Áreas disponibles
- Pobreza hogares
- PEA (población económicamente activa)
- Equipamientos educativos (situación actual, requerimientos actuales según estándares de las normas de arquitectura y urbanismo, requerimientos futuros según estándares de las normas de arquitectura y urbanismo y déficits actuales y futuros).
- Equipamientos de la administración pública (situación actual, requerimientos actuales según estándares de las normas de arquitectura y urbanismo, requerimientos futuros según estándares de las normas de arquitectura y urbanismo y déficits actuales y futuros).
- Su lectura permite tener un diagnóstico claro de la ciudad en términos de centralidades. Estas cifras son la línea base de inicio del programa, que permitirá en sus diferentes evaluaciones medir los avances realizados.

Cuadro 7.91 Ranking por tiempo de desplazamiento al centro

CENTRALIDADES	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO AL CENTRO (MINUTOS)
Carapungo	94,19
Calderón	94,12
Carcelén Bajo	90,39
Carcelén Alto	78,93
Guamaní	78,55
Laderas	75,76
Pomasqui	70,88
Comité del Pueblo	69,25
Turubamba	64,82
Argelia Norte	62,63
Atucucho	62,48
Cotocollao	59,29
Argelia Sur	55,45
La Ecuatoriana	55,42
La Mena	51,06
Kennedy	47,4
Concepción	42,17
San Carlos	40,65
Quitumbe	40,61
Chillogallo	35,29
Solanda	31,11

Fuente: Elaboración propia, 2011

Este ranking es una herramienta con la cual la administración podrá priorizar sus intervenciones en el marco del sistema de centralidades.



Ahora bien, dadas las informaciones específicas, hay diferentes maneras de aproximarse a la priorización de las centralidades identificadas. Estas variables técnicas podrán ser cruzadas, según el momento y las tendencias políticas, de acuerdo con las prioridades de la administración (inclusión social, competitividad, capacitación, logros del programa, etc.), lo cual permitirá correr de nuevo el modelo y contar con una nueva priorización de las centralidades.

Para el análisis a continuación, se evaluaron las siguientes cuatro variables que se consideran prioritarias según los objetivos y estrategias definidas para el Programa de Fortalecimiento del Sistema de Centralidades, y que permiten la priorización de las centralidades a seleccionar:

1. Elevado tiempo de desplazamiento: es una variable prioritaria porque permite comprender el impacto del desplazamiento diario en la calidad de vida de las personas. El Cuadro siguiente muestra como las centralidades de Carapungo y Calderón, si se exceptúan las centralidades suburbanas por su localización, son las que en relación con las otras centralidades más tiempo tardan en desplazarse al centro de la ciudad.

Cuadro 7.92 Ranking por crecimiento poblacional

CENTRALIDADES	CRECIMIENTO POBLACIÓN 2008-2015	CENTRALIDADES	CRECIMIENTO POBLACIÓN 2015-2020 (%)
Laderas	155%	Guamaní	34
Turubamba	155%	San Antonio	33
Nuevo Aeropuerto	107%	La Mena	32
Quitumbe	107%	Pomasqui	32
Carapungo	79%	Turubamba	32
Calderón	79%	Cumbaya	32
La Mena	76%	Nuevo Aeropuerto	23
Guamaní	75%	Solanda	16
Conocoto	73%	Carapungo	12
Solanda	71%	Tumbaco	12
Argelia Norte	65%	Kennedy	11
Argelia Sur	65%	Carcelén Bajo	4
Atucucho	63%	La Ecuatoriana	4
Tumbaco	56%	Calderón	2
Cumbaya	50%	Metropolitana	2

CENTRALIDADES	CRECIMIENTO POBLACIÓN 2008-2015	CENTRALIDADES	CRECIMIENTO POBLACIÓN 2015-2020 (%)
Carcelén Bajo	46%	Concepción	1
La Ecuatoriana	38%	Argelia Norte	1
San Antonio	29%	Quitumbe	0
Carcelén Alto	21%	Comité del Pueblo	0
San Carlos	20%	Chillogallo	0
Pomasqui	18%	Argelia Sur	-1
Comité del Pueblo	14%	Cotocollao	-3
Concepción	10%	Atucucho	-6
Chillogallo	-4%	Carcelén Alto	-10
Kennedy	-4%	San Carlos	-18
Metropolitana	-5%	Conocoto	-25
Cotocollao	-12%	Laderas	-26

Fuente: Elaboración propia, 2011

2. Crecimiento poblacional: se ha considerado también esta variable porque el aumento de la población es un elemento que puede impactar en el desarrollo socio-económico de las centralidades aumentando los actuales problemas (degradación social, ocupación áreas protegidas, informalidad, etc). De acuerdo al análisis del crecimiento de la población entre el 2008 y el 2015 y entre el 2015 y el 2020, se evidencia como las centralidades de Laderas y Guamaní, respectivamente son las que tendrán en los próximos años mayores índices de crecimiento poblacional.

3. Niveles de pobreza por hogar. si adicionalmente se cruza la información con la pobreza por hogar, es aún más preocupante, ya que la centralidad de Guamaní es la que presenta mayores índices de pobreza, seguida por Turubamba y Laderas.



Cuadro 7.93 Niveles de pobreza por hogar

CENTRALIDADES	POBREZA HOGARES (%)
Guamaní	53
Turubamba	50
Laderas	46
Nuevo Aeropuerto	38
Quitumbe	32
Atucucho	32
Cumbaya	31
Tumbaco	30
Pomasqui	30
La Ecuatoriana	30
Argelia Norte	29
Argelia Sur	29
San Antonio	28
Chillogallo	27
Carapungo	26
Calderón	26
Comité del Pueblo	24
Conocoto	24
Solanda	21
San Carlos	19
La Mena	19
Carcelén Bajo	17
Metropolitana	17
Carcelén Alto	15
Concepción	14
Cotocollao	10
Kennedy	10

Fuente: Elaboración propia, 2011

4. Déficit de equipamientos: de acuerdo al análisis del déficit de equipamientos educativos y de la administración pública se puede evidenciar como para el 2015 la centralidad de Laderas, dado su crecimiento poblacional, será la centralidad con más déficit de este tipo de equipamientos.

Cuadro 7.94 Ranking por déficit de equipamiento

CENTRALIDADES	DÉFICIT EQUIPAMIENTOS EDUCATIVOS	CENTRALIDADES	DÉFICIT EQUIP. ADMINISTRATIVOS
Laderas	211	Laderas	17
Solanda	206	Solanda	16
Quitumbe	158	Cotocollao	10
Kennedy	134	Quitumbe	10
Cotocollao	125	Kennedy	9
Carapungo	92	Turubamba	7
Turubamba	84	San Carlos	6
Atucucho	64	Carapungo	5
Calderón	62	Calderón	5
La Mena	61	Conocoto	5
Conocoto	57	Guamaní	5
Carcelén Bajo	55	Comité del Pueblo	5
Nuevo Aeropuerto	50	Carcelén Bajo	5
San Carlos	50	Atucucho	4
La Ecuatoriana	50	La Mena	4
Argelia Norte	44	Nuevo Aeropuerto	4
Guamaní	44	La Ecuatoriana	4
Comité del Pueblo	30	Concepción	3
Chillogallo	29	San Antonio	3
San Antonio	28	Tumbaco	3
Tumbaco	27	Chillogallo	3
Carcelén Alto	26	Carcelén Alto	3
Argelia Sur	19	Argelia Norte	2
Cumbaya	14	Argelia Sur	2
Metropolitana	0	Cumbaya	2
Concepción	0	Pomasqui	1
Pomasqui	0	Metropolitana	0

Fuente: Elaboración propia, 2011

Considerando las cuatros variables principales arriba definidas aparece muy claro que las centralidades pilotos del presente programa son las centralidades de Carapungo, Laderas y Guamaní. Estas se priorizaron esencialmente



por presentar elevados niveles de pobreza, déficit de equipamientos, crecimiento poblacional acelerado y elevado tiempo de desplazamiento al centro de la ciudad. Como demuestra el Cuadro siguiente, Carapungo, Laderas y Guamaní son las centralidades que presentan los valores más altos de las cuatro variables identificadas.

Cuadro 7.95 Priorización de las centralidades pilotos

RANKING	VARIABLE DE PRIORIZACIÓN	
	1	2
1. Elevado tiempo de desplazamiento	Carapungo	Calderón
2. Crecimiento poblacional	Laderas	Guamaní
3. Niveles de pobreza por hogar	Guamaní	Turubamba
4. Déficit de equipamientos	Laderas	Solanda

Fuente: Elaboración propia, 2011

Finalmente, cabe señalar que las variables se pueden cruzar de diferentes maneras según las prioridades de su momento y por tanto variar los resultados. Sin embargo, considerando la realidad actual en el DMQ y los objetivos del Programa que se está identificando, es importante anotar que la selección de estas centralidades además responde a otro tipo de criterios como se explicará más adelante.

Selección de las tres centralidades piloto

Primero que todo, cabe señalar que la selección de las tres centralidades piloto donde iniciar la implementación del Programa de fortalecimiento no sigue una lógica de “problemas” de las centralidades identificadas, sino que con el apoyo del Alcaldía de Quito se seleccionaron estas tres centralidades, cada una representativa de las tipologías de centralidades identificadas. Esto significa que las centralidades piloto, no han sido seleccionadas solamente porque está en las primeras posiciones de la matriz ranking, sino también tienen en cuenta los siguientes factores:

Prioridades del Alcaldía de Quito: la municipalidad tiene como prioridad atender a los grupos más vulnerables de la población y en consecuencia identificar intervenciones que fortalezcan centralidades que benefician en primer lugar a los habitantes con mayores necesidades. Por tanto se ha propuesto que la identificación de actividades locales se concentre en las áreas que puedan tener un impacto más directo y positivo sobre la población de bajos ingresos que son las que viven, aunque no exclusivamente, en las áreas de la periferia norte y sur del DMQ.

Número de centralidades pilotos a seleccionar: adicionalmente, para la identificación del Programa de fortalecimiento se decidió de manera concertada identificar tres centralidades de diferentes características urbanas y diferentes roles en el desarrollo territorial, para poder desarrollar distintos modelos de intervención replicables.

La metodología de fortalecimiento desarrollo de las mismas tendrá que ser replicable en las otras centralidades de la ciudad.

Escala de centralidades: finalmente, en la selección se han considerado las características típicas de cada una de las tipologías de las centralidades identificadas.

Partiendo de esta propuesta, a continuación se proponen los siguientes criterios para su selección:

- Que sean centralidades que, por el proceso de crecimiento de la ciudad, hasta ahora han sido marginalizadas y requieren incluirse en el tejido urbano.
- Que sean centralidades representativas para lograr que los modelos de intervención que se identifiquen sean replicables en otras centralidades.
- Que sean centralidades en donde los recursos que se inviertan tengan el mayor impacto en el cumplimiento de los objetivos y estrategias de fortalecimiento.
- Que sean centralidades en donde existan proyectos estratégicos que necesiten consolidarse.

Para cumplir estos criterios, se decidió de manera conjunta seleccionar tres de las centralidades que estuvieran en los límites de la ciudad, una de cada tipo, para representar así tres modelos de intervención que constituyan las herramientas necesarias para replicar su estrategia en otras centralidades de la ciudad.

En este sentido, las centralidades seleccionadas fueron:

Carapungo: centralidad zonal nueva al nororiente de la ciudad.

Laderas: centralidad sectorial existente al noroccidente de la ciudad.

Guamaní: centralidad sectorial nueva al sur de la ciudad, con potencial de devenir zonal en la medida en que se consolide todo el sector de Quitumbe.

7.3.9. Mapa de actores clave para el Proyecto del Metro

Identificación de actores

Uno de los elementos importantes a ser tomados en cuenta en el Estudio de Impacto Ambiental y específicamente para el Programa de Relaciones Comunitarias es la elaboración de un mapeo y caracterización de actores clave a nivel nacional y local. Es necesario identificar sus intereses, percepciones y preocupaciones, así como los aportes y comentarios que puedan tener sobre el proyecto.



Los actores clave pueden ser definidos como aquellas personas individuales, grupos u organizaciones que tienen algún grado de interés en el proyecto y/o ejercen liderazgo en sus comunidades, lo que los lleva a ejercer un determinado grado de influencia en la toma de decisiones o en la percepción.

El rol de los actores clave o estratégicos es indispensable y obligado para alcanzar los objetivos y metas del proyecto. Su participación es importante porque suelen convertirse en voceros de los beneficios o perjuicios de un proyecto; usualmente son los que mayor contacto tienen con los medios de comunicación y generan opinión ciudadana. Ellos pueden influir en temas relevantes y tienen características específicas que les legitiman como representantes de la sociedad a través de los grupos o entidades que representan.

En la ejecución de proyectos viales de la magnitud del Metro, la probabilidad de que se produzcan impactos y conflictos sociales es alta ya que provocará afectaciones a una gran variedad de actores sociales, por lo tanto un principio básico es desarrollar relaciones sociales armónicas previniendo, corrigiendo y mitigando los efectos adversos que puedan generarse en los espacios sociales intervenidos, tanto los de naturaleza social y económica, como aquellos que comprometan el ambiente.

En este contexto, las relaciones entre los diversos actores sociales, particularmente entre los y las pobladoras locales y las empresas responsables de la ejecución de las obras y del proyecto, pueden ser objeto de tensiones y conflictos, en especial si estas últimas no actúan con responsabilidad social, si no se generan los mecanismos adecuados de información y comunicación y sobre todo si no se norman dichas relaciones.

Existen un gran número de actores que pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Actores institucionales, generalmente son de instancias públicas que tienen la rectoría sobre temas ambientales, encargadas de regular, normar y mitigar o remediar daños determinados.
- Empresa o empresas responsables de la ejecución del proyecto que provocan amenazas o daños al ambiente físico, biológico, socioeconómico o cultural.
- Ciudadanos que en forma directa o indirecta sufren las consecuencias de los daños provocados por la realización de las obras.
- Líderes locales (barriales) legitimados por la comunidad para reivindicar los derechos.
- Grupos de interés primario, aquellos que se ven afectados directamente por la construcción del proyecto), tales como gremios de choferes, cooperativas de transporte, etc).
- Grupos de interés secundario, grupos que trabajan en defensa de los derechos ciudadanos, defensores del ambiente, colectivos que trabajan en temas de movilidad, entre otros.

Organizaciones e instituciones ecológicas y/o ambientales

Ministerio del Ambiente

Es el organismo del Estado ecuatoriano encargado de diseñar las políticas ambientales y coordinar las estrategias, los proyectos y programas para el cuidado de los ecosistemas y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Propone y define las normas para conseguir la calidad ambiental adecuada, con un desarrollo basado en la conservación y el uso apropiado de la biodiversidad y de los recursos con los que cuenta el país.

Dirección: Calle Madrid 1159 y Andalucía ex Conservatorio de música detrás de la Universidad Politécnica Salesiana.

Teléfono: 3987-600

Web: www.ambiente.gob.ec

Fundación Natura

Fundación Natura es una organización privada que ha estado vinculada a una acción permanente y decidida en beneficio de la conservación de la biodiversidad, la prevención y control de la contaminación y el manejo sustentable de los recursos naturales.

Dirección: Elia Liut N45-10 y Telégrafo Primero

Tele-Fax: (593-2) 3317-489 / 2272-863

Web: www.fnatura.org.ec

CEDA Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental

El **Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental (CEDA)** es una organización sin fines de lucro, creada en mayo de 1996, por un grupo de jóvenes abogados y profesionales de otras especialidades que consideraron necesario unir sus esfuerzos a fin de lograr la divulgación, conocimiento y aplicación del derecho ambiental en el Ecuador.

Dirección: Av. Eloy Alfaro N32-650 y Rusia, 3er. Piso. Quito, Ecuador

Telefaxes: (593-2) 2231410 / 2231411 / 2238609

Correo: info@ceda.org.ec

Presidenta: María Amparo Albán

Directora Ejecutiva: Ruth Hidalgo



Ambiente y sociedad

La Fundación Ambiente y Sociedad es una organización no gubernamental con personería aprobada por el Ministerio del Ambiente. Su objetivo principal es contribuir al desarrollo sostenible a partir del aprovechamiento equilibrado de sus recursos naturales, con el propósito de promover el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y el desarrollo cultural de sus pueblos.

Dirección: Pasaje Málaga N24-673 y Av. Coruña, Quito, Ecuador.

Teléfono: 00593-2 / 2230766 / 2900287 / 3230372

Web: <http://www.cedenma.org/content/fundacion-ambiente-sociedad>

Ecociencia

EcoCiencia es una entidad científica ecuatoriana, privada y sin fines de lucro, establecida legalmente el 23 de noviembre de 1989. EcoCiencia se fundó con el ánimo de generar información de calidad para la toma de las mejores decisiones en favor de la conservación de la biodiversidad y el bienestar de la población.

Dirección: Pasaje Estocolmo E2- 166 y Av. Amazonas (Sector El Labrador).

Teléfonos: 2410781/2410791/2410489

Web: www.ecociencia.org

Directora Ejecutiva: Rossana Manosalvas Nicolalde

rmanosalvas@ecociencia.org; direccion@ecociencia.org;

ECOLEX: Corporación de Gestión y Derecho Ambiental

Es una entidad ecuatoriana sin fines de lucro, con personería jurídica de derecho privado constituida el 30 de marzo de 1998, mediante acuerdo Ministerial N° 83 del Ministerio del Ambiente de Ecuador.

Ecolex promueve y ejecuta alternativas de política y legislación socioambiental para la construcción de una sociedad equitativa, solidaria y sostenible.

Dirección: Gaspar de Villarroel E4-50 y Amazonas, segundo piso

Teléfonos: 2251446/2245871/2442597

Telefax: 2454087

Correo: ecolex@ecolex-ec.org

Web: www.ecolex-ec.org

CEDENMA: Coordinadora Ecuatoriana de organizaciones para la Defensa de la Naturaleza y el Medio Ambiente

Organismo de asociación y representación política de las organizaciones civiles ecuatorianas sin fines de lucro dedicadas a la defensa de la naturaleza y el ambiente, y a la promoción del desarrollo sustentable.

Coordinador General: Jorge Hidalgo

Dirección: Muros N27 – 211 y González Suárez - Sector Hotel Quito, Quito

Teléfono: +593 2 252 93 94

Web: <http://www.cedenma.org>

Organizaciones de base y asociaciones

Federación de Barrios de Quito

La Federación de Barrios de Quito (FBQ) es la organización que agrupa a comités barriales, cooperativos de vivienda, clubes deportivos, organizaciones de mujeres, culturales, juveniles, urbanos y rurales. La FBQ fue creada el 12 de agosto de 1952 con los objetivos de luchar por un municipio de servicio a la comunidad, que se ocupe de dotar de obras básicas en los barrios.

Directiva:

Presidenta: Miriam Manobanda: 087297367

Vicepresidente: Mario Noboa: 099596815

Coordinador por la zona norte: Jaime Lema.

Coordinador por la zona centro: Luis Valverde

Coordinador por la zona sur: Daysi Núñez

Coordinador Inter - Valles: José Abadiano

Secretaria Actas y comunicaciones: Rebeca Sisalima

Secretario de Finanzas: Dr. José Fas

Teléfonos: 2548915/ 096009256

Correo: federaciondebarriosdequito@yahoo.es

Federación de Barrios del Noroccidente

La Federación de Barrios Populares del Noroccidente de Quito (FBPNQ) es una organización poblacional de segundo grado, creada el 24 de mayo de 1983. Agrupa en su seno alrededor de cuarenta organizaciones, entre las que se encuentran grupos juveniles, comités barriales, comités de padres de familia y asociaciones de mujeres. Con éstas coordina permanentemente acciones para mejorar las condiciones de vida de los pobladores del noroccidente de la ciudad de Quito.



Contacto: Lic. Juan Carlos Chávez

Dirección: Av. Occidental N61-88 y Flavio Alfaro

Correo: solo100pre@yahoo.es

Federación de Barrios de Conocoto

Presidente: Telmo Pilataxi

Vicepresidente: Pablo Benítez

Secretario: Jesús Edmundo Malataxi

Tesorero: Víctor Caiza

Gestores comunitarios-culturales

Sur:

Coordinador encargado zona sur gestores culturales: Byron Mendoza

Organización MAPE: 093715950

byron_mendoza_vallejo@hotmail.com

byrmenva@yahoo.com

Gabriela Morales

Colectivo cultural yaguapiamy

kuridanza@hotmail.com

kuridanza@gmail.com

Gabriela Pachacamak

Organización cultural Caminos del Sur

Gerardo José Ramos

Municipio de Quito Eloy Alfaro: 95094381

gerjosan2@yahoo.com

Centro:

Corporación Tiempo Social

Shubert Guerrero: 095407170/022545993

Av. 12 de Octubre 10 35 y Carrión

Norte:

Sara Jijón

Quito yo me apunto (mundo juvenil, La Carolina): 087061211

msjijon@gmail.com; msjijon@post.harvard.edu; msjijon@leximabogados.com;

msjcuador@hotmail.com

Lucia Chuga, Calderón, directora de cultura

Diego Calo, líder red de Calderón: 092500595 (Calderón, Llano chico, Zámiza, Nayón)

Carlos Osejo, Tumbaco, closejo@gmail.com

David Lascano y Bolívar Anchaluiza: 084555935, son los dos gestores culturales de mayor influencia en los valles: Tumbaco, Puembo, Pifo, el Tingo, Guangopolo: 084859616, davidinti@hotmail.com

Roberto Rivera, Corporación KIART, Mariscal: 098520866

Medios de comunicación comunitarios

CORAPE Coordinador de Radio Popular Educativa del Ecuador

La Coordinadora de Radio Popular Educativa del Ecuador (CORAPE), existe jurídicamente desde el 4 de enero de 1990. Trabaja en el fortalecimiento de las radios educativas, populares y comunitarias del país, pues es la única organización que agrupa a emisoras y centros de producción directamente vinculados a procesos de desarrollo social a nivel nacional.

Cuenta con una red informativa diaria vía telefónica y a través del satélite, lo que posibilita que las radios afiliadas tengan acceso directo al acontecer noticioso del país y de América Latina, con cuatro emisiones diarias de informativos (tres en español y uno en Kichwa). La cobertura de CORAPE llega a un 30% de la población urbana y al 60% de la población rural.

Dirección: Valladolid N24-59 y Madrid

Teléfonos: 022523006/097494191

Correo: corape@corape.org.ec

Web: <http://www.corape.org.ec>



ALER Asociación Latinoamericana de Educación Radiofónica

Consiste en una plataforma integrada de TIC (nuevas tecnologías de la información y la comunicación) para la producción y programación radiofónica. Contiene un sistema de distribución de la señal y un sistema de producción.

Dirección: La Floresta, Valladolid 511 y Madrid

Casilla Postal: C17034639

Teléfono: (00 593 2) 255 9013

Radio y Televisión Pública de Ecuador

Su principal objetivo es brindar a la ciudadanía contenidos televisivos y radiofónicos que les formen, informen y entretengan sanamente, fomentando y fortaleciendo los valores familiares, sociales, culturales y la participación ciudadana. Medios de comunicación privados

Revistas

Dinediciones

Vistazo

Cosas

Chasqui

Ecuador Ciencia

Vanguardia

Contrapunto

Periódicos

La Hora **Quito:** www.lahora.com.ec

El Comercio **Quito:** www.elcomercio.com

Hoy **Quito:** www.hoy.com.ec

Últimas Noticias **Quito:** www.ultimasnoticias.com

Metro Hoy **Quito:** www.metrohoy.com.ec

El Popular **Quito:** www.elpopular.com.ec

Televisión

TC Television

TV Hoy

Telerama

Ecuavisa

Gamavision

Teleamazonas

Ecuador TV

RTU Television

Teleandina

Red Telesistema

Radiodifusoras

Radio Centro

Radio HCJB

Radio Quito

Radio Visión

Radio La Red

Radio Sensaciones

Radio La Bruja

Radio Concierto

Radio Majestad

Radio América

Radio La Mega

Radio Ecuashyri

Radio Positiva

Radio Municipal

Radio de la Casa de la Cultura Ecuatoriana

Radio Latina



Radio Disney
Radio Planeta
Radio Eres
Radio Católica
Radio Intag
Radio Los 40 principales
Radio FM Mundo
Radio Zaracay
Radio Sonorama
Radio CRE satelital
Radio Hot 106
Radio Urbana
Radio Caravana
Radio Súper K 800
Radio Irfeyal
Radio Futura
Radio Democracia
Radio Ecuador inmediato

Organizaciones de movilización alternativa

Ciclo Pista Solar Quito

La Ciclo Pista Solar es un sistema patentado de ciclo-pistas elevadas con circuito cerrado que producirá energía solar de los paneles que forman el techo. Es un nuevo concepto en el mundo como sistema de movilidad limpia inventado en el Ecuador.

www.progresoverde.org/ciclo-pista

Asociación de peatones de Quito APQ

APQ quiere impulsar los derechos de los peatones, caminan reconociendo la ciudad encontrando como iguales el espacio para todos. Crean que los peatones han dejado que la ciudad sea dedicada a los automóviles, los cuales cada día contribuyen a contaminar el aire, emitir ruido, ocupar las veredas y cruces

seguros. Su principal objetivo es promover al peatón como el principal actor de la ciudad, participando e impulsando políticas públicas que permitan una movilidad sostenible para Quito.

Av. de Los Shyris N34-346 entre Holanda y Portugal
Paseo Los Shyris local 104, teléfono (593-2) 333 2691
espaciopublico@peatones.org
<http://www.peatones.org>

Andando en bici carajo

Andando en Bici Carajo es una minoría activa que dialoga, reflexiona y actúa. Conformada por ciclistas urbanos, independientes, usuarios cotidianos de la bicicleta como transporte y provenientes de diversos procesos sociales y/o culturales.

<http://andandoenbicicarajo.wordpress.com>

Biciacción

Es una organización no gubernamental creada en el año 2003. Está conformada por jóvenes ciclistas urbanos cuya misión es promover nuevas formas y espacios de movilidad mediante el uso de la bicicleta como modo de transporte, deporte y recreación.

Dirección: Pasaje Rumipamba y Av. de los Shyris (Mundo Juvenil) a 200 mts de la Tribuna, Quito.

Teléfonos: 092524275 / 095283103

CiclóPolis

La Fundación CiclóPolis promueve el uso de la bicicleta como medio de transporte sano, no contaminante y ecológico a través de actividades concretas. Mediante convenio con el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito coordina el Ciclopasea Semanal.

Dirección: Mariano Aguilera E7-198 y Diego de Almagro
Teléfonos: (02) 250 3791/ 2901920/ 098142307
E-mail: info@ciclopolis.ec
Web: <http://www.ciclopolis.ec>



Universidades

Universidad Central del Ecuador (pública)

Av. América y Av. Universitaria
(593) (2) 256 2400
(593) (2) 223 4722

Escuela Politécnica Nacional (pública)

Ladrón de Guevara E11-253
(593) (2) 250 7144

Universidad Tecnológica Equinoccial (privada)

Burgeois N31-121 y Rumipamba
(593) (2) 244 6233
(593) (2) 244 6258

Escuela Politécnica Javeriana (privada)

Gustavo Darquea Terán 1553 y Av. 10 de Agosto
(593) (2) 254 3288

Universidad Autónoma de Quito (privada)

Mercadillo No.- 129 entre Páez y 10 de Agosto
(593) (2) 222 1457
(593) (2) 244 4509

Universidad Tecnológica Israel (privada)

Av. Orellana y Francisco Pizarro
(593) (2) 250 0534
(593) (2) 255 9163

Universidad de las Américas (privada)

Av. Colon y 6 de Diciembre
(593) (2) 255 5735

Universidad Internacional del Ecuador (privada)

Manuel Abascal N37-49 entre Ma. Angélica Carrillo
(593) (2) 226 6235
(593) (2) 226 6236

Universidad Internacional SEK (privada)

Plaza Monasterio de Guapulo
(593) (2) 222 5972

Universidad San Francisco de Quito (privada)

Cumbayá- Diego de Robles y Vía Interoceánica
(593) (2) 289 5723

Universidad Politécnica Salesiana (privada)

Av. 12 de Octubre y Wilson
(593) (2) 223 7159

Pontificia Universidad Católica (privada)

12 de Octubre, entre Patria y Veintimilla
(593) (2) 299 1700

Universidad Tecnológica Indoamérica (privada)

Manuel Arteta y Mateus
(593) (2) 241 3398

FLACSO Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede Ecuador (privada)

La Pradera E7-174 y Av. Diego de Almagro- PBX.: (593 2) 3238888 - Fax: (593 2) 3237960 -
flacso@flacso.org.ec - Quito, Ecuador.

Universidad Andina Simón Bolívar

Toledo N22-80 (Plaza Brasilia) • Apartado Postal: 17-12-569 • Quito, Ecuador
Teléfonos: (593 2) 322 8085, 299 3600 • Fax: (593 2) 322 8426



Transporte y movilidad

Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

La Comisión Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial es el ente encargado de la regulación y control del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial en el país, con sujeción a las políticas emanadas del ministerio del sector. Tiene su domicilio en el Distrito Metropolitano de Quito.

Es una entidad autónoma de derecho público, con personería jurídica, jurisdicción nacional, presupuesto, patrimonio y régimen administrativo y financiero propio.

Web: <http://www.cntttsv.gov.ec>

Dirección: Juan León Mera N26-38 y Santa María

Teléfonos: 2525816/2525796 / 224999 / 2525925

Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP)

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) tiene como función emitir y aplicar políticas de transporte y obras públicas.

Estas políticas impulsan el desarrollo articulado de los diferentes modos de transporte, infraestructura, optimización y modernización de la conectividad tanto interna como externa de la Nación.

Directora de Pichincha: Miriam Andrade

Web: <http://www.mtop.gob.ec>

Dirección: Juan León Mera y Francisco de Orellana

Teléfonos: (593) (02) 397 46 00

Secretaría de Movilidad del DMQ

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, de acuerdo al régimen de competencias fijado en la Constitución Política de la República, ha decidido emprender una acción emergente para construir junto con la ciudadanía y las instancias competentes en otros niveles de gobierno un nuevo modelo que corrija los vicios del crecimiento urbano que originan los problemas de movilidad y revierta las tendencias en los desplazamientos, conceptualizando a la movilidad, como un elemento del sistema de inclusión y equidad social que busca el buen vivir.

Secretario: Carlos Páez Pérez

Dirección: García Moreno N2-57 y Bolívar

Teléfono: 2286114

Fax: 2286125

Cámara de Transporte Público de Quito

Presidente: Eco. José Santamaría

Dirección: Av. Alfonso de Angulo y Cristóbal Tenorio

Teléfono: 2646-908/2616-517

Correo: camaradmq@yahoo.es

Observatorio Ciudadano de Movilidad de Quito

Su objetivo es mejorar la movilidad de personas y bienes del Ecuador mediante herramientas válidas para mejorar la provisión de servicios de transporte por parte de las compañías privadas, y la adopción de políticas públicas que garanticen el control, planificación, regulación y fiscalización de los servicios públicos dentro del ámbito de la movilidad, y el promover una cultura democrática en la ciudadanía relacionada con la movilidad.

Dirección: Av. República # 700 y Pradera. Quito

Teléfono: +593 02 2544323

E-mail: info@observatoriomovilidad.com

Web: <http://observatoriomovilidad.com>

Asociación de Transporte Turístico de Ecuador (ATTE)

Dirección: Los Líquenes N50-237 y Las Frutillas (El Inca)

E-mail: info@marcotour.com

Teléfono: 326-0360 / 326-2347

UNATEC Unión Nacional de Transporte Ejecutivo y Comercial

Representante: Fernando Valdez

Teléfono: 26007297

unatec@cuencanet.ec

FEDOTAXIS Federación Nacional de Operadoras de Transporte en Taxis del Ecuador

Es un organismo de integración cooperativa de segundo grado, de jurisdicción nacional, que agrupa a más de mil cooperativas de taxis afiliadas a las respectivas uniones provinciales.

Representante: Jorge Calderón

www.fedetaxisecuador.com

Av. Mariscal Antonio José de Sucre Oe6461 sector El Condado.

Teléfonos: 2492160/2492183



Fax: 2491754

E-mail: garcia_betty_1@hotmail.com ó meyevapa@hotmail.com

FENATU Federación Nacional de Transportadores Urbanos

Es una corporación de derecho privado que busca el bienestar de todas las personas naturales y jurídicas del país que se dedican al servicio de calidad de transporte público de pasajeros. Coordina acciones en bienestar de sus socios en busca de solidaridad y unión entre todas sus filiales.

Representante: Jorge Humberto Ramírez

Dirección: 18 de septiembre 682 y 10 de agosto

Correo electrónico: fenatuecuador@hotmail.com

Teléfonos: 2238-634/ 2548-832

FENACOTIP Federación Nacional de Cooperativas de Transporte Público de Pasajeros

Organización sin fines de lucro que defiende y los intereses de las cooperativas de carácter intra e interprovincial del Ecuador.

Marcelo Castro: Presidente Vigilancia

José Zapata: Presidente Administrativo

Abel Gómez: Gerente

Dirección: Av. Maldonado S2 205.

Teléfonos: 2583999/2582521/2582517

Correo electrónico: info@fenacotip.org

FENETRAPE Federación Nacional de Transporte Pesado del Ecuador

Es una institución de reconocido prestigio, confianza y credibilidad, modelo y referente de organización gremial en América, por su gestión transparente, por la calidad de sus servicios y por su efectiva contribución al fortalecimiento de sus filiales. Es una organización auto sostenible, con sentido de contribución social, que se caracteriza por su capacidad de liderazgo efectivo para generar propuestas y defender los derechos de las filiales, por la tecnología moderna que incorpora y por la calidad y compromiso de sus recursos humanos.

Presidente Ejecutivo: Sr. Oswaldo Jurado Arcentales

Vicepresidente: Ing. Juan Carlos Andrade

Dirección: Salinas N 17- 246 y Santiago, Edif. Jácome 3er. Piso.

Teléfonos: 2546-097 / 2546-098 / 2223-364

Colegios profesionales

Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha

Es un gremio que defiende y sirve a sus asociados, contribuyendo en su desarrollo profesional y humano, proponiendo alternativas técnicas, para aportar con protagonismo el progreso del país.

Promueve el desarrollo productivo en el ámbito de la ingeniería civil y su entorno político, económico y social, con el aporte de los socios y la comunidad, mediante una gestión efectiva.

Presidente: Ing. Luis Arturo García

Vicepresidente: Ing. Fausto Ricaurte

Secretario del directorio: Ing. Freddy Valencia Guerrero

Dirección: Coreia E1-48 e Iñaquito

PBX: 227-9901

Teléfonos: 2279903 / 2279904 / 2279905 / 2279906 / 2279907.

Apartado: 17-01-2403.

E-mail: cicp@cicp-ec.com

Colegio de Arquitectos de Pichincha

El Colegio de Arquitectos del Ecuador es una organización sin fines de lucro; se crea en 1962 y es uno de los gremios más antiguos del país. Su creación se debe a la necesidad de defender los derechos de los arquitectos, a vigilar el desarrollo planificado de las ciudades y la calidad de la obra arquitectónica.

Presidente: Arq. Alberto Andino

Primer vocal principal: Arq. Handel Guayasamin

Segunda vocal principal: María Larco

Teléfonos: 2469093/2433047-Fax: 2268 750-

Dirección: Núñez de Vela N35-204 e Ignacio San María

CIGMYP Colegio de Ingenieros Geólogos y Minas de Pichincha

Es un gremio de profesionales que agrupa a las ramas de la ingeniería geológica, petrolera, minera y ambiental; tiene jurisdicción en las provincias de Carchi, Imbabura, Esmeraldas, Napo, Francisco de Orellana, Sucumbíos y Pichincha; es filial del Colegio de Ingenieros Geólogos, de Minas y Petróleos del Ecuador, de la Sociedad de Ingenieros del Ecuador Zona Norte SIDE NORTE y a través de ella de la Sociedad de Ingenieros del Ecuador SIDE.

Presidente: José Lema Ortega

Vicepresidente: David Gallegos Bayas



Tesorero: José Becerra Carrión
Secretario: Edgar Romero Ayala
Dirección: Av. Orellana E4-65 y 9 de Octubre
Correo electrónico: comunicacion@cigmipa.org
Teléfono: 2541740

7.4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO PATRIMONIAL HISTÓRICO CULTURAL

7.4.1. Introducción

Entre los estudios previsibles en un proyecto como el Metro de Quito, sin duda, está el registro e identificación de evidencias sobre el proceso histórico de la sociedad, a fin de determinar lineamientos y directrices para su conservación, salvaguarda y su uso social para las presentes y futuras generaciones, como parte de la cédula social.

Incluye el componente arqueológico, paleontológico y arquitectónico, lo que constituye el primer paso del diagnóstico, el cual tiene como alcance el análisis bibliográfico de la ruta y secciones conexas en la ruta propuesta para el Metro de Quito.

En lo que se refiere al tema arqueológico, la Unidad de Negocios de Metro Quito (UNMQ) ha observado la necesidad de efectuar investigaciones en arqueología en las áreas que serán afectadas por la construcción del Metro Quito, según el trazado actual del proyecto. Debido a ello efectúa, conjuntamente con el equipo de arqueología dirigido por la Dra. María Aguilera V., la respectiva prospección arqueológica de los sectores de cinco estaciones y cuatro áreas especiales del Metro de Quito.

Se han llevado a cabo los trabajos de prospección de las cinco estaciones del Metro y cuatro Áreas Especiales elegidas. Esta elección obedeció al criterio de la mayor probabilidad de integridad de los suelos en el área y de sensibilidad arqueológica. Por ello la elección incluyó,

Estaciones:

- (1) Los terrenos destinados a las cocheras,
- (2) El área norte de la estación Morán Valverde,
- (3) El área ocupada por la línea férrea en la estación El Recreo,
- (4) El sector Este de la Plaza de San Francisco, y,
- (5) El área total de la estación El Ejido; y,

Áreas especiales:

- (1) Quitumbe,
- (2) Solanda,
- (3) Parque El Calzado, y,
- (4) Panecillo.

Como primera opción de la elección de un área especial se tuvo a la que se ha definido en las inmediaciones de la plaza de San Francisco, en las calles Benalcázar y Olmedo. En esta locación existe una plazoleta con la estatua de Benalcázar y la plaza ha sido cubierta de baldosas, por medio de cemento. La intervención en este sitio habría supuesto la destrucción de las losetas del piso de la plazoleta, para lo cual se habría tenido que sub-contratar un equipo con personal especializado.

Como segunda etapa de prospección arqueológica se inicio las actividades de laboratorio o gabinete.

7.4.2. Objeto

El objetivo de este capítulo es realizar el análisis y diagnóstico del patrimonio histórico cultural localizado en el ámbito de influencia del proyecto, de forma que, posteriormente, puedan identificarse y valorarse los efectos que la construcción y operación del Metro puedan generar.

Como se comentará con posterioridad, durante el trabajo de campo identificaron y registraron evidencias culturales prehispánicas, coloniales y republicanas además de toda la información asociada. Asimismo se definirá el grado de sensibilidad arqueológica de las áreas investigadas, de forma sistemática y documentando con precisión el registro arqueológico.

7.4.3. Ubicación

El área de estudio, se localiza en la provincia de Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito, en la Ciudad de Quito, Ecuador. Esta área incluye el trazado del Metro Quito, las áreas ampliadas de las estaciones y áreas especiales del diseño. Las cinco estaciones intervenidas que se reportan se localizan, según el siguiente cuadro:



Cuadro 7.96 Ubicación de las cinco estaciones del Metro Quito

NOMBRE DE ESTACIÓN	SECTOR	DIRECCIÓN
COCHERAS	Central de Transporte Terrestre “Quitumbe”	Av. Guayanayán y Av. Rumichaca (lotes baldíos a ambos lados de la Av. Rumichaca)
MORÁN VALVERDE	Universidad Politécnica Salesiana	Av. Rumichaca y Av. Morán Valverde (canchas del conjunto residencial)
EL RECREO	Terminal de El Trole	Calle Rafael Arteta (vías del ferrocarril) y calle Miguel Carrión (junto a las vías férreas)
SAN FRANCISCO	Centro Histórico	Calle Benalcázar, entre calles Bolívar y Sucre
EL EJIDO	Parque El Ejido	Av. 6 de Diciembre, entre calles Patria y Tarqui (frente al teatro Prometeo y Arco de El Ejido)

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera

Las cuatro áreas especiales intervenidas que se reportan se localizan, según el siguiente cuadro:

Cuadro 7.97 Ubicación de las cuatro áreas especiales del Metro Quito

AREAS ESPACIALES	SECTOR	DIRECCIÓN
Quitumbe	Quitumbe	Calle Pumapungo
Solanda	Solanda	Calles Barabara y Juan Escobar
El Calzado	El Calzado	Calle Circunvalación (Calle S12D y Calle B)
Panecillo	Panecillo	Calle Pomasqui y Punaes

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera

7.4.4. Antecedentes Generales

Paleontología en Quito y Zonas Aledañas

En lo que se refiere al potencial paleontológico del área de estudio, se realizó una revisión y estudio bibliográfico de las investigaciones del tema efectuadas en la ciudad de Quito.

La Región Andina, entre esas la que corresponde al Ecuador y en particular al Distrito Metropolitano de Quito, es zona de actividad volcánica lo cual se evidencia en los registros geológicos, a la vez dentro de los registros estratigráficos de la zona, se encuentran evidencias paleontológicas, la que presentan restos fósiles de Megafauna pleistocénica; de allí que en el presente trabajo se realiza una recopilación bibliográfica sobre dicha materia, con el tratamiento de los siguientes temas: una conceptualización de la paleontología, un breve resumen

sobre las eras geológicas y en especial en Sudamérica. La recopilación se centrará en la zona Metropolitana de Quito y zonas aledañas, por tanto se realizará una descripción del pleistoceno en la zona, un breve resumen sobre los estudios de paleontología en Ecuador y en Quito, una descripción de sitios con evidencia fósil mega fáunica y por último se ensayará una conclusión de cuales han sido las aportes de investigadores extranjeros y nacionales con respecto al tema y por otro lado se trata de llegar a entender la importancia de los estudios paleontológicos para la zona

Paleontología

La paleontología es una ciencia que estudia los seres que vivieron en eras y épocas anteriores a la actual; es objetivo de la paleontología el reconstruir, con ayuda de los fósiles, las características morfológicas y fisiológicas de los organismos del pasado geológico, determinar las características y los factores físicos que controlaron el ambiente en el que habitaron, y definir el proceso de evolución de los organismos en el tiempo y en el espacio (Benton, M.1995 En: Román 2007: 14)

Así, dichos fósiles se convierten en características o “fósiles guías” de los diferentes estratos geológicos, los cuales permiten identificar las eras GEOLOGICAS DE LA TIERRA; y, por medio de este estudio se llega a entender la evolución del ambiente y las especies fáunicas hasta la actualidad (Tabla 1)

Cuadro 7.98 Etapas fundamentales de la Historia de la Tierra

ERA	PERIODO	EPOCA	EVENTOS PRINCIPALES	MILLONES DE AÑOS
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	❖ Fin de las glaciaciones. Elevación del nivel del mar Agricultura humana.	0,011
		Pleistoceno	❖ Grandes glaciaciones cuaternarias. Aparición del hombre	1,8
	Terciario	Plioceno	❖ Aparición de los Australopitecos en África	7
		Mioceno	❖ Emergencia de los Andes	26
		Oligoceno	❖ Colisión entre África y Eurasia; comienzo del desarrollo de los Alpes y de los Apeninos	37.38
		Eoceno	❖ Colisión entre India y Eurasia: nacen los Himalaya	53.54
		Paleoceno	❖ Emergencia de las montañas Rocallosas; radiación de los mamíferos	65
MESOZOICO	Cretácico		❖ Culminación del reino de los dinosaurios que después se extinguieron; contemporáneamente se extinguen los océanos los amonites y los microscópicos Globotruncata	136
	Jurásico		❖ Pangea comienza a fragmentarse; se inicia la apertura del Atlántico. Primeras aves	190
	Triásico		❖ Comienza radiación de los reptiles	225
PALEOZOICO	Pérmico		❖ Colisión entre Asia y Europa; nacimiento de los Urales; todos los continentes se reúnen en uno solo: Pangea ❖ Colisión entre África y América del Norte; nacimiento de los Apalaches	280
	Carbonífero		❖ Grandes bosques y difusión de insectos alados	345
	Devónico		❖ Colisión entre Europa y América del Norte; desarrollo de la cadena caledoniana	395
	Silúrico		❖ La vida emerge del agua e invade los continentes	440
	Ordovicico		❖ Aparición de los primeros vertebrados: los peces	500
	Cámbrico		❖ Primeros animales con concha y esqueleto	570

ERA	PERIODO	EPOCA	EVENTOS PRINCIPALES	MILLONES DE AÑOS
PRECÁMBRICO			❖ Gran glaciación	650
			❖ Primera asociación segura de animales pluricelulares de cuerpo blando	700
			❖ Primeros animales de cuerpo blando	1500
			❖ Primeros fósiles directos: algas	2200
			❖ Primeros estromatolitos	2900
			❖ Primeras estructuras de posible origen biogénico (algas unicelulares o bacterias)	3500
			❖ Primeras rocas sedimentarias	3750
			❖ Primeras lluvias; formación de extensiones de agua; erosión y acumulación de sedimentos	3800
			❖ Solidificación de la primera corteza terrestre	4000
			❖ Enfriamiento de la parte externa del planeta	4600
			❖ Reasentamiento pro gravedad del interior del planeta y subdivisión en capas con densidad creciente	
			❖ Recalentamiento progresivo hasta la fusión casi completa	
			❖ Formación de la tierra	

Fuente: Montellano, 1999. En: Román, 2007:16)

La explicación que Román (2007) ofrece acerca del tema, es que muchos de los grupos zoológicos conocidos actualmente, entre ellos el grupo de los mamíferos, aparecieron en el Jurásico (180.000.000 A.P.) cuando en la Tierra los reptiles se encontraban en el clímax de su evolución; los primeros mamíferos, en su gran mayoría, eran pequeños y con características reptilianas, éstos, dentro de la cadena evolutiva, serían el eslabón de una serie de formas que, en medio de su evolución, pasaron de reptiles a mamíferos. Este evento biológico o nueva adaptación les permitió sobrevivir a los cambios medioambientales, permitiendo evolucionar a otras especies que adquieren nuevas formas de reproducción, por su parte los grandes reptiles no logran adaptar su fisonomía y estructura anatómica a las nuevas condiciones ambientales y culmina su reino llevándolo a la extinción (Montellano, 1999 En: Román 2007).

El Cretácico Tardío y el Cenozoico en sus inicios, hace 65 millones de años, cambian nuevamente las condiciones medioambientales, el nivel del mar subió en todo el mundo, inundando casi un tercio de la superficie terrestre actual. Así, el calor del sol pudo distribuirse más hacia el norte gracias a las corrientes marinas, dando lugar a un clima global cálido y suave, sin casquetes de hielo en los polos y una temperatura en las aguas del Ártico de 14 °C



o más (Manrique, 2005-2007:379), esto provoca que, en la época del Paleoceno (65.000.000 -54.800.000) y Eoceno (54.800.000 – 33.700.000) Sudamérica se mantuviera aislada, ya que los puentes terrestres se sumergen como el de Centroamérica, lo que da como resultado una evolución aislada del resto de las placas continentales, pero con contactos esporádicos en el Mioceno (de Paula Couto En: Román 2005)

Por su parte, Baez (1998) y Hoffstetter (1997, En: Báez, 1998:26) afirman que entre el periodo del Eoceno y Oligoceno la distancia entre África y América no eran tan grande como lo es actualmente y establecen que hubo una migración transatlántica de grupos de mamíferos y esta migración fue través de balsa o islas flotantes empujadas por corrientes marinas con dirección Este-Oeste, para llegar a las costas de Sudamérica, estas evidencias se basan en estudios biográficos, morfológicos, filogenéticos, etc. Los nuevos grupos que emigran son roedores caviomorfos y primates, los cuales provocan en Sudamérica cambios en la fauna autóctona y experimentan rápidos procesos evolutivos divergentes que terminan en la formación de nuevas especies, esto se da por que encuentran condiciones ecológicas similares al continente africano.(Báez, 1998: 26)

Durante el Plioceno y el Pleistoceno surgen nuevos cambios climáticos y los puentes terrestres emergen, lo que permite que los grandes mamíferos emigren hacia Norteamérica y se dirijan hacia Sudamérica, estas nuevas familias (*Cervidae*, *Tayassuidae*, *Canidae*, *Felidae*, *Ursidae*, *Leporidae*, *Equidae*, *Tapiridae*, *Muridae*, *Sciuridae* y otras) que ingresan al continente permitirán la composición de la fauna sudamericana actual según Reig (1981 En, Báez1998: 26)

En el plioceno existe una fuerte migración a Sudamérica llegaron desde el norte, animales que provocarían serios cambios en el resto de la fauna, tales como los depredadores felinos entre estos el tigre dientes de sable (*Smilodon sp*). Además de grandes mamíferos del orden Proboscideo como el mastodonte de los géneros: *Covieronius* y *Stegomastodon*, mientras que edentados gigantes como el Megaterio y Mylodontes avanzaron a Norteamérica (Webb, 1976-1991 En: Román, 2005: 36) y este evento es conocido con “El Gran Intercambio Biótico Americano”.

El Pleistoceno es la primera era del Cuaternario y es conocida como la “época del hielo”, el hielo se extendió en forma de glaciares sobre más de una cuarta parte de la superficie terrestre pero las regiones libres de hielo presentaron una flora y fauna similar a la que existía en el plioceno (Manrique 2005-2007:49)

El Pleistoceno en la hoya de Quito

Desde una revisión geológica según Sauer (1965) la hoya de Quito es una región de origen volcánico, por estar entre la Cordillera Occidental y Real, las cuales presentan fuerte actividad volcánica, entre las diferentes épocas y, en especial, al inicio y fin del Pleistoceno. Sauer (1965) identificó variaciones climáticas, y describe cuatro épocas de glaciación, en donde las nieves perpetuas descendieron hasta 3000m.s.n.m. por lo que los valles interandinos se tornan ambientes de páramo lo cual provoca descenso de la temperatura y periodos pluviales que provocan y favorecen un proceso de erosión en el material volcánico; así mismo el geólogo indicó que en medio de estas glaciaciones hubo tres interglaciaciones, en donde las nieves ascienden hacia la cima de las cordilleras y lo mismo

ocurre con los ambientes verticales del país, estos fenómenos fueron “robustecidos o debilitados en el país” y la zona “por los levantamientos y hundimientos tectónicos de la región andina” (Sauer, 1965: 260)

Sauer(1965) dice, además, que en la zona de Pichincha un ejemplo de esta actividad pleistocénica se puede observar claramente en el perfil del río Chiche al Este de Quito, aquí se presentan, en los estratos, acumulaciones de material piroclástico y acumulaciones de lava, estos materiales volcánicos finos se depositan para formar la Cangahua eólica y fluvio-lacustre crenado una semejanza con el LOESS (Sauer,1965:269) la cual es un estrato guía del segundo y tercer interglaciar en el Pleistoceno, ya que dentro de este estrato se puede encontrar evidencia de fósiles e icnofósiles denominadas “*bolas de Cangahua*” (*coprinisphaera ecuadoriensis*); estas han sido estudiadas por Spillman(1931), Hoffstetter (1949), Sauer (1965/1956), Vera (1977), Román (2007) entre otros investigadores.

La Cangahua

El territorio del DMDQ se encuentra rodeado de: macizo volcánico del Pichincha -Guagua y Rucu-, nevado Antisana, Sincholagua, Paschocha, Atacazo, además puede ser afectado por la actividad volcánica del Cayambe, Reventador y Cotopaxi.

En los trabajos científicos se señala también, que el Quilotoa es uno de los volcanes que aportó con ceniza al suelo del DMDQ, se habla de una sola erupción, 810 a AP, Hall y Mothes (1998:27) quienes citan a (Knapp y Ryder (1983) y Villalba y Alvarado (1998), también está presente ceniza del Cotopaxi y del Pululahua.

De esta actividad, se puede observar en perfiles expuestos, evidencias de lahares, estratos y lentes de ceniza volcánica, piedra pómez y un gran estrato que caracteriza al norte Andino, ese estrato geológico se denomina cangahua. (Aguilera, 2004:4)

Se considera que, la formación de cangahua está íntimamente vinculada a las glaciaciones en las cordilleras; en el Ecuador se ha identificado evidencia morrénica que corresponde al Pleistoceno tardío (≤ 250.000 a AP), (Hall y Mothes 1996). El período de formación de la cangahua coincide con las glaciaciones en las cordilleras, de clima frío, seco y ventoso. (Op. cit. En: Aguilera, 2004:4)

Al establecer el origen de la cangahua, (Vera y López; 1992:1) señalan cinco procedencias:

- Caída de ceniza volcánica
- Flujos de ceniza y piedra pómez
- Flujo de piroclásticos
- Material de origen pedogenético
- Retrabajamiento de material



Con base en los cinco parámetros, los autores, (Vera y López; 1992) establecen veinte variedades de cangahua y luego de extraer veinticinco muestras de alrededor de Quito, determinan cuatro tipos dominantes: 1B, 2A, 3AD y 4A.

Al describir la cangahua, (Op. Cit.), consideran que es “...una roca blanda, Castillo (1982) y Álvarez (1984), porosa, producto de la diagénesis parcial del material volcánico explosivo fino, menor al tamaño de ceniza (< 2mm), cementada primariamente por material arcilloso amorfo (A), sílice (B), óxidos de hierro (C) y secundariamente por calcita (D)”.

Con los estudios realizados sobre este importante estrato, Hoffstetter (1952) utiliza en la paleontología para hacer una clasificación de la fauna fósil del cuaternario ecuatoriano, el investigador francés establece tres grupos de fauna pleistocénica, dos en la sierra y una en la costa, el establece que la fauna estuvo presente entre las interglaciaciones, y determina que en el II Interglaciario (Pleistoceno Medio) vivió una fauna o animales extremadamente grandes que se extinguieron antes de la tercera glaciación “sin dejar descendientes directos” (Hoffstetter, 1952: 372), los animales que se encuentran en este periodo según el investigador son *Equus* (*Amerhippus*) y *Paleollama crassa*, esta clasificación esta basada en el corte estratigráfico del río Chiche por lo que la denomina Fauna CHICHENSE.

Sobre el III interglacial (Pleistoceno Superior) Hoffstetter supone que esta época coincide como un lugar “más cubierto por hierba que ahora, más húmedo” (Hoffstetter, 1952:370), ya que las deshielos provocaron más cantidad de agua que bajaba por los callejones interandinos hacia lagos formados, por lo que este sitio pudo sostener a varias especies; esta zona se daría desde Imbabura hasta Chimborazo y aquello sería la prueba de porque esta zona andina es rica en yacimientos fosilíferos; en todo este periodo la fauna que se encuentra (Ver tablas 2 a la 11) es denominada PUNINENSE.

Breve resumen sobre la historia de la paleontología en Ecuador

La Historia de la Paleontología y de la Arqueología alrededor del mundo surge desde tiempos antiguos, ya los seres humanos de estas épocas, al no tener una explicación científica, sacan sus propias conclusiones de acuerdo a su cosmovisión y a su contexto social, lo que llevó, muchas veces, a crear mitos sobre los restos fósiles o arqueológicos.

En el Ecuador se tienen noticias sobre restos fósiles hallados, desde épocas precolombinas; las primeras menciones acerca de fósiles, como indica Salvador (1969), vienen desde los indígenas, los cuales creían que se trataba de una “raza de gigantes extintas”; esta información es oída por los primeros conquistadores quienes pasan la voz de dicha creencia a los cronistas y ellos a la vez lo plasman en las primeras crónicas españolas, tal es el caso de Cieza de León (Crónicas del Perú, 1553), Garcilazo de la Vega (Comentarios Reales del Perú), Padre José de Acosta (Historia Natural y Moral de las Indias), Antonio de Herrera y Tordesillas (Décadas de las Indias), Vásquez de Espinosa (Compendio y descripción de las Indias Orientales), Dr. Gregorio García (Origen de los Indios del nuevo Mundo) y Fr. Juan de Torquemada (Monarquía India). Según Hoffstetter, (1952:10), ellos

escriben estas narraciones en el siglo XVI o a comienzos del XVII, el padre Juan de Velasco también hace mención sobre este mito de los hombres gigantes en su obra el Reino Quito

Ya en el siglo XVIII al Ecuador llega una oleada de científicos y naturalistas europeos, los cuales realizaron estudios sobre geología, fauna, flora entre otros, estos estudios fueron muy importantes, ya que no solo trascendieron dentro del país sino que internacionalmente. Entre estos científicos llega la misión geodésica francesa (1736-1744), la cual realiza investigaciones geográficas y geológicas, otro investigador destacado es Alejandro Von Humboldt quien recolecta un molar de mastodonte en Ibarra, muestra que es estudiada por George Cuvier (padre de la anatomía comparada y paleontología) y lo denomina Mastodonte *dés Cordilleres= Cuviernius Humboldtii= Cuviernius Hyodon* como cita Román (2007-2008). Después en 1860 Andrés Wegner realizó el primer estudio a fondo sobre los fósiles encontrados alrededor de Quito. Charles Darwin en su visita por las islas Galápagos hace una recolección de fósiles de invertebrados marinos, los cuales describe en su obra “*El origen de las especies*” (1859). En 1875 Teodoro Wolf fue el primer geólogo en identificar la formación Cangahua en el país, está descrito en su obra Geografía y Geología del Ecuador. Los alemanes Reiss y Stübel realizan estudios de vulcanología, entre otros estudios, así mismo ellos hacen una colección paleontológica de todos sus viajes la que es llevada al Museo Mineralógico de Berlín en Alemania. Branco en 1881, estudia y describe sobre los fósiles de Punín.

Ya finales del siglo XIX y principios del XX se realizan descripciones de hallazgos casuales y otros en excavaciones, los investigadores que reportan hallazgos fósiles son Jacinto Jijón y Caamaño en 1908 en el sector la Magdalena en el sur de Quito, Hans Meyer en 1903 reporta hallazgos paleontológicos en Punín, H.E Antony en 1923 explora el yacimiento de la quebrada Chalán (Salvador 1969:152) después de algunos años llega el profesor Franz Spillman el cual realiza varias excavaciones y exploraciones en yacimientos paleontológicos y en 1928 conforma el “Gabinete de Ciencias Naturales” de la Universidad Central, este profesor alemán dedicó su obra al famoso Mastodonte de Alangasí. Después de Spillman, Ch. Fick y J.E. Lewis hacen estudios paleontológicos en el Ecuador (Salvador, 1969:153).

En la década de los cuarentas, a partir de los estudios realizados por el francés Robert Hoffstetter, en conjunto con Gustavo Orcés, la paleontología ecuatoriana tiene un resurgimiento de carácter más científico y metodológico, ya que el investigador, junto con sus colaboradores, realizó numerosas expediciones paleontológicas especialmente a la Península de Santa Elena, la provincia de Pichincha y la provincia de Chimborazo, en las cuales recolectó especímenes de fauna y flora los mis que fueron catalogados y descritos. Así mismo hizo una exhaustiva investigación taxonómica, comparativa y de catalogación del material fósil existente en el Gabinete de la Universidad Central y el que fue descubierto por él. Otro aporte significativo de su investigación es el estudio de la fauna en la estratigrafía de pleistoceno en el Ecuador, esto le permitió establecer dos grupos de fauna La Fauna Chichense (II interglaciario) y La Fauna Puninense (III interglaciario) y esto lo publica en su obra “*Les Mammifères Pléistocènes de la République de L'Equateur*” (1952). Otro aspecto importante de destacar es que Hoffstetter y Orcés fundaron el Departamento de Biología en la Escuela Politécnica Nacional, el paleontólogo francés parte del país en 1952 y desde esa época hasta finales de los 80' la paleontología se mantiene sumergida en el olvido, hasta que a inicios de los 90' Salazar(1995) realiza una compilación e interpretación del porqué en yacimientos



cazadores–recolectores del Ecuador no se encuentra fauna pleistocénica, unos años más tarde llega una misión italiana de la Universidad de Florencia y Pissa (Italia) y en conjunto con la Escuela Politécnica Nacional y el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales de Quito se hacen estudios sobre extinción de la Megafauna en el Ecuador y estudios estratigráficos del pleistoceno.

Burnham (1995 En: Román 2010) hizo investigaciones Paleobotánicas, sobre todo en los afloramientos Mio–Pliocénicos del sur del Ecuador, en las provincias de Loja, Azuay y Cañar. Estas investigaciones, realizadas por la Universidad de Michigan, con la colaboración del Museo de Historia Natural “Gustavo Orcés V.” aportan interesantes datos a la Paleontología del Austro Ecuatoriano. Una nueva especie: *Tipuana* ecuatoriana ha sido descrita a partir del hallazgo de frutos del Mioceno en el Ecuador; es decir de un fósil con una antigüedad de alrededor de 10 millones de años (Román, 2010).

Después de esto las colecciones, yacimientos y sitios paleontológicos quedan en el olvido y total abandono prácticamente, como lo dice Román (2005), y otros fósiles son parte del tráfico ilícito.

Pero a partir de 2005, cuando se constituye el Museo de Historia Natural “Gustavo Orcés”, se da un nuevo impulso a la paleontología de vertebrados. Entre las tareas realizadas están la: ubicación del material tipo, determinación del estado de conservación, actualización del catálogo. Durante la revisión se redescubrieron ejemplares que se creían perdidos, y se los da a conocer (Román comunicación personal). También por esta misma época se empiezan a realizar excavaciones y publicaciones de sitios paleontológicos a cargo de José Luis Román-Carrión conjuntamente con el departamento de Paleontología del Museo de Historia Natural “Gustavo Orcés”.

Así mismo las nuevas investigaciones hechas por el investigador ecuatoriano acerca de la fauna del Pleistoceno del Ecuador se han visto bastante adelantadas como dice él, pues se ha trabajado en yacimientos de gran importancia como es el caso de todo el valle de Quito, desde el sector de Malchinguí al norte y Pintag al sur, se han registrados nuevos afloramientos fosilíferos como la quebrada Jerusalén en pleno centro histórico de Quito, el sector del Inga y Guangopolo, Guayllabamba, Tanda y Malchinguí al norte de la Capital. (Román, 2010)

En lo que respecta a la región costa, se ha trabajado en labores de rescate e investigación paleontológica en las provincias de Manabí y Esmeraldas. Y además se han realizado viajes de prospección a provincias orientales como Napo. Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe a varias de sus localidades fosilíferas (Román, 2010)

Román en muchas de sus publicaciones pone énfasis en lo importante que es el estudio y la conservación de los restos y yacimientos fósiles, ya que estas evidencias pueden ayudar a dilucidar “*el paleoambiente del Ecuador y entender el ambiente y recursos naturales actuales y por otro lado dar a conocer y difundir el patrimonio paleontológico del Ecuador*”. (Román 2005:42).

Sitios paleontológicos y fauna pleistocénica de la Hoya de Quito y valles aledaños

El Ecuador, al ser un país que se encuentra ubicado en la zona ecuatorial, tiene una vasta riqueza en flora y fauna, ya que sus pisos ecológicos, permiten esta rica biodiversidad. Por lo que el estudio de la paleontología

puede explicar por qué se dan estos nichos ecológicos, clima y fauna actual. El Ecuador es rico en yacimientos fosilíferos de Megafauna pleistocénica y paleobotánica como dice Román (2005), Hoffstetter (1952) entre los más afines al tema.

Para este capítulo se ha realizado una descripción de la taxonomía de las especies que se registran en Quito y una tabla basada en hallazgos y estudios efectuados a lo largo de las dos últimas décadas por los diferentes investigadores geológicos y paleontológicos que han llegado al país o se han formado en Ecuador.

Orden: *Xenarthros*.-reciben este nombre por las articulaciones suplementarias que presentan entre las últimas vértebras dorsales y las lumbares. En algunos casos carecen de dientes por lo que se les denomina “*Desdentados*”, y aun cuando tuvieren dientes, son todos iguales, el crecimiento dentario es continuo, sin esmalte, y con cavidad pulpar única y ampliamente abierta (Meléndez, 1955:338) tal es el caso de los Megaterios, de los cuales se conoce fósiles desde el Oligoceno (más antiguo en la Patagonia) y su máximo esplendor fue durante el pleistoceno, como explica Paula Couto 1958 (En: Román, 2007:112). Estos grupos invadieron Norteamérica y Las Antillas entre el Plioceno y el Pleistoceno.

Según Hoffstetter, los megaterios son “el grupo autóctono más sobresaliente en la fauna cuaternaria del Ecuador, en la cual la gran mayoría de los otros elementos faunísticos representan formas inmigradas desde América del Norte” (Hoffstetter, 1952:94). Por lo que Román (2007) hace un estudio sobre la distribución geográfica de los perezosos gigantes en el pleistoceno del Ecuador y describe 3 familias y 10 especies de perezosos en todo el Ecuador e identifica 4 principales yacimientos de perezosos, ubicados en Bolívar y San Gabriel (Carchi), en Quito (Pichincha), en Punín (Chimborazo) y en La Libertad (Guayas)

Familia: *Mylodontidae* y *Megateriidae*

Género: *Glossotherium* y *Eremotherium*

Especie: *Glossotherium Werengi*.- (Perezosos Gigantes) y Especie Indeterminada

Los géneros *Glossotherium* y *Eremotherium*, son reconocidos por Spillman y Hoffstetter como lo dice Román (2007), así mismo el investigador explica que en la familia *Megateriidae* se encuentran individuos sin identificar en la región oriental y en dos yacimientos que son Punín (Chimborazo) y Quito (Pichincha); pero al mismo tiempo da una distribución de esta familia, la cual estuvo presente en la región del presente estudio. Otro grupo que estuvo presente en Quito es la familia *Mylodontidae*, ubicada en mayor número en la costa y sierra; es la única familia cuyas especies presentan rasgos altitudinales (Román, 2007:120), por lo tanto en la tabla se observa que las especies con mayor identificación taxonómica se obtienen en la sierra quiteña es *Glossotherium werengi*.

Cuadro 7.99 Orden: Xenarthros

TAXONOMÍA	SITIO	AÑO	DESCUBRIDOR/ RECOLECTOR	MATERIAL OSTEOLÓGICO	EN:	OBSERVACIÓN	ESPECIE
XENARTHROS: -ARMADILLOS (<i>Dasypus sp</i>) -MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes	Cotocollao	1925	Clavery	esqueleto	Hoffstetter, 1949, 20-21 (Boletín)	Reportado por primera vez en la sierra/	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes
	Alangasí	1931	Spillman	-piezas Diente, vertebra dorsal y caudal, astrágalo incompleto y varias falanges	Hoffstetter, 1949, 20-21 (Boletín)	Según Spillman está asociado a puntas de obsidiana con cerámica ¿??	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes
	-Alangasí (Quebrada de Callihuaico)	1948	-Hoffstetter -I.Kaplan, C. Carrillo y Hoffstetter	-Diente y frag. De mandíbula.	Hoffstetter, 1949, 20-21 (Boletín)	---	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes
	-Alangasí (Hacienda La Concha)			-dos individuos: cráneo, atlas, omoplato, tercer dedo anterior, frag. de pelvis, navicular izquierdo y osículos dérmicos. El segundo individuo dientes, hueso malar izq., atlas, vertebra, costillas, clavícula izq., húmero derecho, huesos magnos, fémur izq., navicular derecho, IV metatarzo izq., pocas falanges, e innumerables osículos dérmicos.			
	-Alangasí (Cerca de la hacienda Santa Ana)						
	-Alangasí (Zona Basurimi, en pequeñas quebrada tributarias de la Qbda. Totorahuico						
	- Quebrada del Inga (vecindario del puente Gortaire)						
				-fémur izquierdo			
				-dos individuos en mal estado			
				-tibia incompleta, húmero dañado y vertebra caudal			
	Conocoto	---	---	Parece que esqueleto fue encontrado completo, pero ahora solo existe: el cúbito y peroné izquierdo, la primera estérnebra, atlas, trece vertebra caudales, una hemapófisis y varios restos de cadera y sacro	Hoffstetter 1949:72, 20-21 (Boletín)	Ubicado en el gabinete de zoología y geología de la universidad central de Quito, esta sin procedencia, pero Hoffstetter afirma que Sauer le comunico que era material es de una represa sobre el río San Pedro de Conocoto	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes
	Calderón, sistema de quebradas de la hacienda LA PAZ Y MIÑO	---	I. Kaplan, R Hoffstetter	Húmero y fémur	Hoffstetter, 1949, 20-21 Boletín	---	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes
	Llano Chico, quebrada de Chasquiscahuico	---	Cl. Reyes, G. Montaña, R. Hoffstetter	Numerosos osículos dérmicos y frag de omóplato con la cavidad glenoidea	Hoffstetter, 1949, 20-21 Boletín	---	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos de Gigantes
	San Antonio Monteserrín	---	N. Arroyo	Una diáfisis de húmero	Hoffstetter, 1949, 20-21 boletín	---	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes
	El Batán	---	I. Kaplan	Vertebra dorsal	Hoffstetter, 1949, 20-21 Boletín	---	MILODONTES (<i>Glossotherium weringi</i>) Perezosos Gigantes
	Otón	---	Hoffstetter	---	Hoffstetter, 1949, 20-21 Boletín	---	MILODONTES (<i>Glossotherium(Oreomilidon) weringi</i>) Perezosos Gigantes
	Llano Chico	----	---	-----	Román (2007:115 y 121)	Material Revisado en MEPN (Colección de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia natural “Gustavo Orcés”) Por José Luis Román-Carrión	<i>Megatheriidae ind.</i>
	Quito	---	---	Restos sin identificar	Román (2007: 119 y 121)	Material Revisado en MEPN (Colección de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia natural “Gustavo Orcés”) por José Luis Román-Carrión	<i>Myloodontidae ind.</i>
	La Ronda	2007-2008	José Luis Román	4 cráneos, varias vertebra y frag de huesos sacros	Román (2007-2008)	Material en buen estado	MILODONTES (<i>Glossotherium(Oreomilidon) weringi</i>) Perezosos Gigantes

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera



Orden: *Proboscídea* son mamíferos de cuerpo masivo, patas gruesas en forma de pilares digitígrados o plantígrados, con la tibia y el peroné libres, así también como el cubito y el radio; tienen cinco dedos en cada extremidad y carecen de clavícula. Poseen una trompa nasal de gran movilidad, tienen un incisivo en cada semi-mandíbula, reducidos, en algunos casos, a solo los de la mandíbula superior (elefantes) o de la inferior (Dinoterios) que se transforman en “defensas”; carecen de caninos, tienen un número variable de premolares y molares que, en formas más especializadas se remplazan sucesivamente, de manera que de cada vez solo funciona uno. (Meléndez; 1955:348).

Las formas más antiguas poseen en los molares cúspides independientes formando dos filas longitudinales (Mastodontes), pero en los más modernos (elefantes) cada par de cúspides se fusiona originando una lamina transversal (Meléndez; 1955:349)

Familia: Gomphotheriidae

Género: -*Cuvieronius* y *Notiomastodon* (Mastodonte)

-*Stegomastodon*

Especie: -*Cuvieronius hyodon*

-*Stegomastodon waringi*

Los proboscídeos como dice Meléndez (1955) son quizá los mamíferos que han llegado a tener una distribución geográfica más cosmopolita, pues durante el terciario han invadido en dos oleadas sucesivas (Mastodontes y elefantes) todos los continentes, excepto Australia (Meléndez, 1955:349). En América del sur son inmigrantes recientes, llegados desde el Norte y no se conoce antes del Pleistoceno (Hoffstetter, 1950:8)

Los restos del genero ***Cuvieronius*** son bastante escasos sobre el territorio del Ecuador. Esta rareza, comparada a la relativa abundancia de ***Stegomastodon*** (Hoffstetter, 1950: 16) se demuestra a través de estudios y análisis osteológicos realizados por Hoffstetter (1950) y Román (2008). Ellos plantean que el género *Cuvieronius* se encuentra restringida hacia los valles alto andinos y lo más al Norte que se puede encontrar es hasta la región de Guayllabamba, ya que las evidencias fáunicas de dicho animal se encuentran en depósitos antiguos del pleistoceno. En cambio el *Stegomastodon*, según el investigador francés, se encuentra en gran abundancia en casi todo en continente, su distribución es extensa, lo que lo vuelve un género típicamente adaptativo a los diferentes hábitats. Para el Ecuador la especie *Stegomastodon waringi*, según se presentan las evidencias fósiles en los yacimientos, los investigadores han determinado que dicha especie se adaptó a zonas ecológicas bajas y altas.

Cuadro 7.100 Orden Proboscidea

TAXONOMÍA	SITIO	AÑO	DESCUBRIDOR/ RECOLECTOR	MATERIAL OSTEOLÓGICO	EN:	OBSERVACIÓN	ESPECIE
<i>Proboscídea</i> <i>Gomphotheriidae</i> <i>Cuveironius hyodon</i> <i>Stegomastodon weringi</i>	Alangasí	1864	Dr. Manuel Villavicencio	Molar	Salvador, 1969:154	En su discurso menciona este sitio y Guaslán como yacimientos fosilíferos del país	----
	Alangasí	1928	F. Spillman y M.Uhle	Esqueleto completo	Hoffstetter, 1949 (Boletín 20-21)	Según Spillman asociado a evidencia Humana, (cerámica y lítica)	<i>Cuvieronius hyodon</i> (según Spillman) pero según Hoffstetter es un <i>Stegomastodon</i>
	Pintag	1935	F. Spillman- José Andrade Marín	restos	Salvador, 1969:149	----	----
	Bajada a Guayllabamba	---	Cmdt. J. Rivadeneira	Las 2 defensas de un individuo	Hoffstetter, 1950:15	Presenta la torsión y esmalte	<i>Cuvieronius</i>
	Colección paleontológica de Stubel y Reiss	1883	Branco	restos	Hoffstetter, 1950:16	Branco examina la colección los denomina Mastodon andium, pero Hoffstetter afirma que los restos son del genero Stegomastodon	<i>Stemomastodon</i>
	Llano Chico	1949	C. Reyes	Defensas juveniles con parte del paladar y las muelas Dp4, M1 y e incisivos	Hoffstetter, 1950:28	Ultimo Glaciar	<i>Stegomastodon haplomastodon</i>
	Alangasí	---	R. Hoffstetter	---	Hoffstteter, 1950:35	Ultimo glaciar	<i>Stegomastodon</i>

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera



Orden: Perissodactyla.- son ungulados típicos, en sus extremidades presentan un número impar de dedos, en los cuales predomina el tercero, que ocupa la posición central. En la evolución, desde Oligoceno, se reducen los dos dedos laterales, llegándose en algunos casos (Équidos), a su pérdida total, como consecuencia de su progresiva adaptación a la carrera (Meléndez, 1955:360), ya que es más veloz su trote. Así, paralelamente, tiene lugar el alargamiento del metápodo, y un mayor robustecimiento de sus huesos, perdiendo movilidad y ganando solidez (Meléndez, 1955:360). Premolares y Molares indiferenciados e hipsodontos, con una larga diastema; su dentición es completa, excepto el primer molar, que tiende a desaparecer. (Meléndez, 1955:361).

Familia: Equidae

Género: Equus

Especie: *Equus (Amerhippus) andium* (caballo andino)

Equus (Amerhippus) sp.

Equus (Amerhippus) insulates

Hoffstetter (1950) reconoce varias especies de caballos en el Ecuador, en su investigación también afirma que las diferentes especies que reconoce, se encuentran en las diferentes regiones del Ecuador, por lo que dentro de la zona de estudio se encuentra la especie *Equus (Amerhippus) andium*, siendo esta la más representativa en los hallazgos fósiles que se han realizado a lo largo de los estudios paleontológicos en la región. Esta especie presenta las siguientes características: las extremidades más cortas y robustas, sobre todo el radio y los metápodos, lo que da lugar a proporciones poco comunes en especies de caballos sudamericanos, se destaca la presencia de una órbita más ancha y situada algo más lateral y más inferior (Alberdi y Prado, 2004. En Román, 2007:26)

Arqueológicos y etnohistóricos

Para el presente estudio se parte desde un análisis histórico cultural del período prehispánico hasta la fundación de Quito. En este caso la investigación se sustenta en datos de cronistas, actas de cabildo y de las investigaciones arqueológicas ejecutadas en el perímetro de estudio en el cual se proyecta el trazado de la línea del Metro Quito, especialmente en las estaciones.

Como se manifiesta en el informe de Diagnóstico (2011), Quito constituye una ciudad milenaria, la misma como otras ciudades de Latinoamérica que han sufrido grandes transformaciones y un crecimiento vertiginoso de ocupación.

Quito, según Salomón (2011:33) fue una urbe situada “en las alturas de los Andes fue, antes, una ciudad colonial española, antes de eso una capital provincial del Incario y, antes aún, un cruce de caminos de los pueblos originarios pre-incas”⁴⁶.

Esta misma metrópoli a través del tiempo como otras ciudades atravesó por diferentes etapas y periodos cronológicos de desarrollo que para entender el manejo de su espacio, natural y humano es necesario tener un análisis retrospectivo para reflexionar en su presente y encaminarnos al desarrollo de su futuro desarrollo filosófico, con argumentos en los cuales los propósitos políticos, económicos o cambios estructurales en su arquitectura, ingeniería sea plasmada con fundamentos certeros y de compensación social.

En el período más temprano período Precerámico (11.000-4.000 a.C)⁴⁷ periodo en el cual estos grupos sociales de cazadores y recolectores plasman sus huellas y evidencias materiales en la zona conocida como el Ilaló, se trata de un campamento – taller, localizado en el cerro del mismo nombre, al este de la ciudad de Quito; entre los artefactos descubiertos constan puntas de lanza o proyectil para la caza; cuchillos bifaciales; raspadores, raederas, perforadores, lascas, la materia prima de estos artefactos son de origen volcánico, andesita basáltica y obsidiana; los sectores de abastecimiento de la materia prima se localizaron en Quiscatola (4.100msnm), Yanaurco Chico (4.200msnm) especialmente del sector de Mullumica que es un flujo de obsidiana de 8 km. de largo, y de 50 a 100m de espesor. Bonifaz (1979), Salazar (1984:44). En este período del proceso histórico se establece un aprovechamiento de los recursos naturales, como parte de su necesidad natural –consumo- y por lo tanto una producción colectiva. De igual forma se recalca lo manifestado por Salazar (2005:85-86) que en la época del paleoindio en el actual territorio se determina que estos grupos humanos tenían un dominio excelente en el trabajo y técnicas de manufactura de la industria lítica en el Inga por ejemplo de las investigaciones realizadas por Bell se registraron aproximadamente 80.000 piezas de obsidiana y basalto. Salazar (1984:40). *Evidencias* que permite deducir que estos grupos humanos ejecutaban una variedad de actividades para su subsistencia diaria, que se basó en exploración del territorio, la partida de caza, manufactura de artefactos, recolección de vegetales silvestres y otras actividades que permitieron que se desarrollen actividades entre **bandas** “... expresión más común de la sociedad cazadora con una división sexual del trabajo que enfatiza la caza para el hombre y la recolección para la mujer...”⁴⁸

Los datos emitidos por varios investigadores permiten advertir que esta zona del este de Quito se encontraba ocupada en este período por bandas del período paleoindio y usualmente de una gran movilidad. En base a diferentes estudios de la arqueología para este período se reportan hasta 1988, la presencia de aproximadamente 140 sitios. De los investigadores tenemos datos y estudios de Carlucci de Santiana en 1963 y

⁴⁶ Salomón Frank. (2011:33) Los señores étnicos de Quito En la época de los Incas. La economía política de los señoríos norandinos. Segunda Edición, corregida y aumentada. Instituto Metropolitano de Patrimonio. Noción Imprenta Quito.

⁴⁷ Fresco Antonio y Ontaneda Santiago.(2010:27). El Inga (11.000-4000 a.C) En *Las antiguas sociedades precolombinas del Ecuador. Un recorrido por la Sala de Arqueología del Museo Nacional. Catálogo de la Sala de Arqueología*. Editado por Ontaneda Santiago. Ministerio de Cultura del Ecuador. Banco Central del Ecuador. Impresión Nuevo Arte.

⁴⁸ Salazar Ernesto (2005:86). Evolución de la sociedad aborigen. Entre Mitos y Fábulas el Ecuador aborigen. Biblioteca General de Cultura 4. Fundación Hernán Malo. Corporación Editora Nacional. Quito



Bell en 1965 citado en Buys (1988:15) Salazar (1984:40) FONSAL (2009). Sin embargo en los últimos años se han reducido investigaciones para este periodo y escasos datos que incrementen el proceso evolutivo de estas sociedades.

Los cambios, sociales, económicos y políticos, se revelan en los cambios sustanciales, determinados en los hallazgos arqueológicos de varios sitios estudiados para este periodo, como la domesticación de plantas dando origen a la agricultura y la elaboración y manufactura del corpus cerámico, actividades que fundamentaron el desarrollo de una estructura social con características diferentes, estableciendo enlaces entre las tres regiones costa-sierra-amazonia, para el intercambio de segmentos técnico-culturales así como productos y manufacturas⁴⁹. A este período se le denomina **Formativo**, establecido entre 4000 y 300 años a.C.

Este proceso social en Quito se evidencia en el sitio arqueológico Cotocollao⁵⁰. Localizado entre las quebradas de Rumiurco y San Antonio a una altura de 2800m de altura. Villalba (1988:68), al ejecutar las excavaciones arqueológicas determina basamentos de construcciones de vivienda sin un ordenamiento, estas estructuras son de viviendas con plantas rectangulares con dimensiones que oscilan entre los 4 a 5 metros de ancho y 6-8 metros de largo, con divisiones internas para alojar posiblemente a 6 y 7 personas. En su espacio interno se han encontrado fogones y hoyos de poste.

Entre las viviendas se han encontrado huellas de pequeños cementerios, con dos tipos de enterramiento, el más temprano tumbas individuales excavadas en la “cangahua”⁵¹ acostado de lado, con las piernas dobladas contra el cuerpo y con ajuar funerario unas pocas piedras. Para épocas tardías los enterramientos son primarios flexionados, sentados y con rasgos de haber estado atados para mantener su forma y enterramientos secundarios con huesos reagrupados para segunda inhumación. Entre el material cultural hay que destacar los recipientes de piedra como: cuencos de piedra, cuencos decorados en inciso en línea fina en el exterior, similar a los registrados en Valdivia, artefactos e instrumento de piedra tallada, manos de moler, metates, objetos de adorno, orejeras, bezotes de obsidiana y de cristal de cuarzo, collares con cuentas de piedra (Porrás:1982; Villalba:1988; FONSAL:2009; Fresco y Ontaneda:2010)

En el sitio Jardín del Este, Buys y Domínguez registran en el rasgo 20, la mitad de una cara de figurilla hueca de pasta fina y su exterior con engobe blanco gris-pulido la determinan que sus características son afines al tipo Chorrera Mate Hueco y se plantea una fecha de 400 a.C. - 100 d.C. (Buys y Domínguez; 1988:45). (FONSAL; 2009:29)

⁴⁹ Marín de Terán Luis y Del Pino Inés.(2005:36) Algunas reflexiones sobre el Ecuador prehispánico y la ciudad inca de Quito. PUCE. Junta de Andalucía, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Embajada de España AECI. Quito Sevilla.

⁵⁰ Porrás Pedro le asignó este nombre en base al topónimo del barrio; es quién descubrió este sitio arqueológico.

⁵¹ Cangahua: Toba volcánica, característica de los tiempos interglaciales. En Echeverría José.(1981:84) Glosario Arqueológico Serie :Arqueología Instituto Otavaleño de Antropología .Editorial Gallo capitán. Otavalo

La actividad principal de este grupo se determina que fue la agricultura (maíz) las evidencias arqueológicas indican que se trata de un sitio con una organización social de aldeas extensas y complejas, este asentamiento se desarrolló a partir del 2.000 a.C. y va hasta el 500 a. C.

En resumen los ocupantes para este periodo, por los diferentes hallazgos realizados definen que fueron agricultores sedentarios, conocían ya del uso del algodón para su vestido. En el actual Distrito Metropolitano se han encontrado más de 60 sitios arqueológicos con hallazgos de la tradición cultural Cotocollao. (Fresco y Ontaneda: 2010:81-83)

El Desarrollo Regional para el Distrito Metropolitano de Quito es poco conocido por falta de datos provenientes de investigaciones científicas, vacío cronológico entre el 500 a.C. y 950 d.C., que posiblemente se debe también a una intensificación de la actividad volcánica, lo que provocó la migración de estos grupos a otras zonas. Que según diferentes datos arqueológicos se determina que para 500 años a.C. en Quito se produjo una erupción volcánica, que destruyó varios asentamientos correspondientes a esta época. (Aguilera, et al: 2002:9). Esta actividad volcánica tuvo efectos como: disminución de la población, devastaciones ambientales, contaminación de fuentes de agua, destrucción de bosques, exterminio de la flora y la fauna, abandono de extensas parcelas de tierra arable. (Isaacson y Zeidler 1998:45-46 en Vásquez 1999:16)

A este período cronológico los arqueólogos lo asignan como **Desarrollo Regional**, con avances en los aspectos agrícolas, ceramistas, metalurgia, con una nueva estructura socio político y económico; cronológicamente definido entre los 300 años a.C. y 800 d.C. En este período de desarrollo, las sociedades se constituyen por un rango estratificado, en la que se destaca el aspecto político-religioso, representado en el simbolismo de lo divino, con iconografías de animales míticos como el felino, el caimán, el águila harpía o la serpiente y representan las fuerzas de la naturaleza como el agua, aire y la tierra (Fresco y Ontaneda: 2010:107)

Para este periodo son pocos los datos y evidencias en el D. Metropolitano, que de acuerdo a varios científicos sociales fue una época que luego de las erupciones del Pichincha, Pululahua y Ninahuilca, el valle de Quito tuvo muy poca ocupación, por efectos y causas de las erupciones y caída de ceniza.

Sin embargo se determinan hallazgos para este periodo en el sitio arqueológico La Florida ubicado entre los 2050 y 2900 m de altura, entre los actuales barrios San Vicente de la Florida lugar en el que determinan rasgos de elementos de vivienda y “*algunos entierros de estrato social bajo y tal vez mediano*”(Doyón:1988:51), San Lorenzo con evidencias habitacionales, tumbas de estrato social mediano, el sector de Osorio, se registra evidencias de un cementerio de bajo estrato social (ibid:51).

El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural realiza la primera inspección con el investigador Erazo (1983), posteriormente Doyon (1988:51-66) realiza excavaciones arqueológicas y de acuerdo a su trabajo investigativo determina que este lugar posiblemente fue “*la capital*” de un cacicazgo. En base al material cerámico y por cuatro fechas de Carbono 14 corresponde al Período de Desarrollo Regional aproximadamente al año 260 d.C.



El proyecto Ecuador Bélgica entre los años 1986-1987 ejecuta excavaciones arqueológicas en la urbanización Jardín del Este localizado en el Valle de Tumbaco, se registraron 20 tumbas asociado a un ajuar funerario, 15 basureros, un segmento de acequia y muro. Entre el material cultural recuperado en el Rasgo 16, se evidenció los fragmentos de figurines, una cabeza realizada en molde, otro segundo fragmento cadera de una figurilla masculina, es hueca con la representación de un taparrabo horizontal con una parte colgante tipo Tolita Clásico (Valdez, 1987 en Buys y Dominguez: 1988:44). Otros fragmentos de figurines mantienen rasgos característicos de Jama-Coaque. De igual manera los platos trípodes poseen similitudes con el material correspondiente a este período de las culturas de la Costa especialmente de la fase Mafa determinada por (De Boer, 1987 en Buys y Dominguez: 1988:47) en Esmeraldas y en la zona de Tumaco (Colombia). Los datos obtenidos en este sitio Jardín del Este, evidencia el contacto con las culturas de la Costa, especialmente con las localizadas en las actuales provincias de Manabí y Esmeraldas. Se consolida el intercambio de productos especialmente con la obsidiana de la Sierra hacia los pueblos de la Costa.

Del análisis realizado por Vásquez (1999: 254-255) del material cultural proveniente de 27 sitios arqueológicos correspondientes al período Desarrollo Regional para Quito, según el análisis comparativo de la cerámica con las culturas de la Costa determina la existencia de una relación de estos poblados; además se evidencia otro indicador fundamental como es *“La obsidiana proveniente tanto de Mullumica como de Quiscatola se encuentra entre los vestigios culturales en la región Tumaco- La Tolita y se dispersa hacia el sur hasta los sitios arqueológicos de Jambelí”*.

Por otro lado propone que *“estos poblados fueron asentamientos de “camayos”⁵², quizá fueron al mismo tiempo puestos de control en la vía a las minas de Mullumica y de los pasos de montaña interregionales.”* (Idem:255) Por las evidencias presentes en los 27 sitios analizados por Vásquez (1999) indica que hubo una conexión entre Esmeraldas y el valle de Quito con acceso directo a la explotación de canteras de obsidiana, por parte de los grupos definidos a modo de Cocamayos. Subrayado nuestro.

Si bien es cierto que los datos para este período son exigüos, de igual forma es importante reconocer que los trabajos de investigación sistemática que esclarezca e incremente la información para este período cronológico del desarrollo de los pueblos asentados en Quito.

Período de **Integración** se enmarca cronológicamente entre los años 800 a 1500 d.C., para este período se consolida la estructura política, económica y social se franquea de sistemas tribales señoríos, a sociedades que han logrado un mayor desarrollo en todos los campos, consecuentemente en su estructura social organizada en unidades políticas denominadas cacicazgos. Estos grupos cacicales procedieron a una ampliación político territorial con el fin de alcanzar la complementariedad ecológica y el manejo de diferentes nichos ecológicos, para la obtención de un sinnúmero de productos que les permitió satisfacer sus necesidades de alimentación y establecer su modo de vida considerado como tal (Vargas-Arenas, 1985:7) *“...a las manifestaciones de las praxis*

particulares o específicas que existe al interior de cada formación social y constituyen los elementos que dinamizan su dialéctica...” (Aguilera 2011:).

De los diferentes estudios realizados por diferentes investigadores, así como los datos de documentos de cronistas, actas de cabildo, testamentos y otros nos permiten determinar, que estos indicadores anteriormente señalados como: materiales –cerámicos, líticos, huesos, metales y otros dan cuenta de la gran acumulación de conocimiento e información de estas sociedades complejas, las mismas que por su proceso intrínseco estuvo manejado y controlado por un señor étnico o cacique, autoridad que, por su condición, mantuvo una intervención directa sobre estos aspectos fundamentales en la estructura de la sociedad.

Se entiende como “Cacique” al que desempeña *la autoridad dentro de un cacicazgo, es término acuñado por la arqueología, según Sarmiento (1986:33-36) “...cacicazgo o cacique viene de la palabra kassicua que en lengua Arawak quiere decir “tener o mantener una casa”* este autor concluye que *“...se distingue por estar integrado en un sistema distributivo y por un tipo de autoridad centralizada que descansa en una estructura de parentesco...”* (Aguilera; 2011:26)

El nombre Quito posiblemente fue el apelativo del señor local, en el Área Andina esta práctica era muy común, pues no era importante para el indígena señalar el lugar geográfico sino al dueño del mismo, o sea al cacique (Larraín, 1980:135).

Según lo manifestado por Costales (1992:169. En Aguilera 2011:29), los Quito-Cara estaban regidos por señores étnicos llamados “mantayas” -autoridad de la casa, la familia y la comunidad-.

En Quito, para la época tardía del período de integración, los señores étnicos o caciques que existían se establecieron en aldeas y luego de la incursión Inca, fueron controlados por orden de Huayna Cápac, por una guarnición armada que vigiló, junto con otras colonias de mitmas -grupo humano obligado a abandonar su hábitat o curacazgo de origen-; esta guarnición estaba conformada por los huayacuntus -grupo étnico muy importante que tuvo por hábitat la provincia de Caxas- que se ubicaron en Quito para cumplir funciones de represión y evitar que los naturales provocaran protestas y rebeliones contra los conquistadores del Cuzco (Espinoza, 1999:13).

Según Moreno; 1981: 79) Al Quito prehispánico se lo denominó “llajta”, constituida por un centro económico y geográfico, de importancia siendo este *“... el núcleo de un extenso complejo vial, la existencia de un activo y permanente centro de intercambio económico, su condición de residencia de una colectividad de indios mercaderes, fueron circunstancias que coincidieron para hacer del Quito aborígen un enclave donde concordaron factores económicos a nivel local o interzonal.”* (Moreno, 1981:79).

Inclusive los investigadores (Costales,P y A:1982) en base a sus investigaciones manifiestan que los Quitus estaban conformados por una organización comunitaria y cultural agrícola, factores que se reflejan en los siguientes hitos: la organización espacial y emplazamiento estratégico de sus poblados, localizados en cuatro direcciones o sectores, alrededor de la laguna; la ubicación de sus viviendas; construcción de andenes o

⁵²Cocamayos. Según Murra fueron grupos de familias residentes en la ceja de selva, provenientes de grupos étnicos serranos y establecidos con el propósito de cultivar cocaes para el Inca. En Vásquez (1999:44)



graderíos para actividades agrícolas, lugares que están rodeados de montañas y colinas, siendo algunas de estas posibles observatorios o lugares de defensa.

De acuerdo a los datos de Aguilera (2011:30) el Quito prehispánico, se localizaba entre las fronteras: sur del territorio “caranqui” considerando como tal a Carapungo, Jijón y Caamaño (1998 [1940]:239), a base de los resultados arqueológicos señala que el territorio Caranqui termina en Pomasqui, Puembo y Tumbaco Op. Cit: 288 y la frontera norte de “panzaleo” misma que no está claramente definida, y no incluye el territorio de Quito, sin embargo lo registrado por Rodríguez Docampo 1965 (cfr. Por Moreno 1983:70) da inicialmente el límite sur del Quito prehispánico que correspondería a las afueras –norte- de Machachi, Aloasí y Aloag –“provincia de Panzaleo”-. Datos que deberán ser corroborados con las investigaciones arqueológicas.

En Miño (1975:143) refiere al estudio realizado por Jijón y Caamaño en el barrio la Tola publicado en la monografía El Tesoro del Itchimbía, del análisis del material cultural recuperado manifiesta que estos son evidencias correspondientes a un período anterior a la conquista española e inca. Este trabajo constituye uno de los primeros referentes para la investigación arqueológica de este período.

Sobre Chilibulo y Chillogallo Echeverría (1975: 172) realiza excavaciones arqueológicas, del análisis del material cultural realizado considera que este sitio corresponde al Período de Integración, es decir 500c.C-1.500 d.C, aunque considera que el sitio “fue un hábitat mucho más antiguo”. Para el segundo sitio registra tumbas de pozo, con esqueletos asociadas a un ajuar compuesto de varias vasijas. (Aguilera et al; 1997: sn/p). Y por otro lado Echeverría (1975:178) considera que este sitio “...fue un asentamiento de la misma etnia que pobló Chilibulo, dado que tiene el mismo nivel de desarrollo de sus fuerzas productivas y el mismo cuerpo de costumbres”.

De los estudios ejecutados en varios conventos e iglesias del Centro Histórico de Quito se registran evidencias arqueológicas cerámicas, correspondientes al período de Integración como las ejecutadas en San Agustín INPC Molestina y Carrera (1977); Sagrario(Bolaños y Manosalvas Excavaciones en la Capilla del Robo (1988); Casa del Marqués de Maenza Bolaños, Manosalvas (1989); que registran material cultural del período de integración, evidencias y estructuras arquitectónicas del período colonial.

En 1994 Buys, en el marco del convenio Ecuador- Bélgica, realizan excavaciones arqueológicas en el Convento Santo Domingo, en la capilla de Santa Rosa registran tumbas aborígenes por las características del material cultural se determina que se asocian al periodo de Integración. Para este mismo año los profesionales del proyecto Ecuador-Bélgica ejecutan investigaciones en los sitios Santa Lucía (6600-1050 d.C) y la Comarca (600-1050 d.C) en estos dos sitios se registran evidencias de asentamientos multifuncionales y evidencias de rasgos domésticos, basureros tumbas y pozos de almacenamiento así como rasgos y evidencias de estructuras de vivienda para el primer sitio (Buys, 1994:36) (Buys y Vargas, 1994). Cabe mencionar que en las inmediaciones de Cumbaya Max Uhle ejecuta la excavación arqueológica en 1926 y la cerámica recuperada según Buys es similar a la de este sitio. (Buys; 1988:33-34) Lo que sugiere que estos sitios Santa Lucía, La Comarca posiblemente como manifiesta Salomón (1980) se tratan de Cumbayá aborígen, tal vez se relacione con el Pueblo de las Guabas mencionado en documentos históricos tempranos.

Para 1988 El Banco Central de Quito área cultural con la dirección de Villalba ejecuta la prospección arqueológica en la meseta de Quito en el marco del Proyecto Valle de Quito. Identificando 188 sitios para el periodo de Integración, y por la densidad de material cultural se define que Quito estuvo densamente poblado. (Villalba; 1996)

En el Centro Cultural Metropolitano Quito (Aguilera, et.al 1997:s/n.p) ejecuta trabajos de excavación previo a los procesos de restauración de este inmueble, estudio que permitió corroborar que las diferentes construcciones en el Centro de Quito “...constituye una superposición de asentamientos masivos en la ciudad, que trae consigo una reutilización de materiales para las edificaciones...” así como la desaparición de evidencias de asentamientos prehispánicos.

En este sitio se registra muros de ladrillo abovedados con arcos rebajados, correspondientes a un sistema de cimentación corrida y sobre la que se sientan los ejes de mamposterías exteriores del inmueble, de época colonial. En lo referente al túnel o socavón definido en el estudio, plantea que este fue construido en el periodo prehispánico o durante la ocupación del cuartel real y la continuación de su construcción se desconoce.

Sobre el material cultural por lo exiguo de esté y los pocos fragmentos se puede inferir por sus rasgos característicos corresponden a periodo pre inca e inca y colonial y monedas de la época republicana 1988-1975 y 1973. En resumen se puede decir que los edificios, monumentales como iglesias, conventos y edificios públicos que ocuparon esta cuadra en la colonia, tiene como suelo firme la capa 5 que corresponde a la cangahua (paleosuelo), cuyas características geológicas aseguran la estabilidad de los edificios”.(Ibid:1997)

Domínguez y Bravo (1996) evidencian restos en la cima sur del Panecillo, de una estructura en la época de contacto inca, que marca la existencia de un asentamiento en los alrededores o cimas de esta ciudad. Posteriormente el mismo Fondo de Salvamento ejecuta estudios en el Ichimbía en el que se registra cerámica correspondiente al período tardío, sin una clara definición a que cultura pertenece. (Domínguez, 1997).

Para 1999, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural en el marco del proyecto Ciudad Metrópoli, localizado en el sector cuyo topónimo es Rumipamba, registran hallazgos de evidencias anteriores al periodo de integración, material cerámico, cestería, tumbas con falsa cámara y evidencias de una posible área habitacional el material comparado con evidencias de otros sitios arqueológicos mantienen un tipo Panzaleo y Cochasqui. (Bolaños, et al. 1999).

De las intervenciones arqueológicas en la iglesia de la Compañía (Aguilera; 2002:

62-63) se desprende que el material cultural recuperado corresponde a periodos “aborígen-local con diseños incas y local-incas y colonial. En lo que respecta al material cerámico porcelana no se pudo identificar el origen, en lo que corresponde a la muestra inca, se identifica fragmentos de vaso, asas de objetos grandes y una silueta de un objeto grande. De la cerámica aborígen determina formas de cuencos, platos y olla globular y fragmentos de cuerpos con características Panzaleo. También se registra una cerámica local de ollas, cuencos, cantaros, platos y cuerpos decorados.



Erazo (2006-2007: 6-7) Indica que “cronológicamente gracias a las dataciones obtenidas en Rumipamba y La Florida hasta el momento, encontramos que estos yacimientos están vigentes desde el período Integración temprano 500 d.C. La Florida ocupando las laderas orientales del sistema montañoso del Pichincha desde el 700 dC y 1580 hasta 1600 cuando se produce la erupción del Guagua Pichincha y sepulta, posteriormente aparecerá hacia mediados del S. XVIII como Hacienda Rumipamba. La vida histórica de este sector de la ciudad de Quito está llena de acontecimientos que bien vale considerarle para futuras investigaciones científicas”.

Para la zona de Quito, en el primer libro de Cabildos de Quito, el 20 de diciembre de 1534, registran que al oriente de la Plaza Grande, en la explanada había un gran número de bohíos indígenas Porras (2002-2003:40), diseño que parece se mantenía en toda la región andina.

La importancia de Quito, por su ubicación geográfica privilegiada, está considerada como el eje de un sistema vial complejo, la zona de residencia de mindalaes, el centro permanente de comercio (Moreno 1983:66), la actividad comercial lo realizaban en espacios levantados en terraplenes artificiales denominados catos, gatos o patacatos Costales (1982), gato Hartmann (1971), Tianguéz⁵³ Moreno (1983) y Salomón (1980), lugar en el que realizaban actividades comerciales los humillag de Quito e Imbabura, los milines puruguayes y los mindalaes⁵⁴ peruanos.

Quito siendo un centro de comercio local, regional e interregional –donde además se establecía relaciones-sociopolíticas-culturales- para su época debió mantener un prestigio entre las sociedades prehispánicas de la región.

La actividad importante en todas las épocas es el intercambio–comercio, actividad investigada desde el punto de vista arqueológico y etnohistórico, resultados que indican el comercio de varios productos entre localidades y regiones, desde el período Formativo.

En el territorio que hoy comprende la República del Ecuador, específicamente en lo que hoy corresponde Quito existió los denominadas mercaderes -mindaláes-, que tenían como actividad fundamental el comercio, divididos en dos grupos: “gente común que negociaba” y los mindaláes, en la costa se les denomino “confederación de mercaderes”, a quienes en algunos sectores les consideraron como “grupo aparte” Salomón (1980:167), y con privilegios, por lo que se debe considerar que fueron una élite, los mindalaes tenían mucha experiencia y habilidad en la actividad comercial Hartmann (1971:221)

Los mindalaes constituían un grupo de personas especializadas, dedicados a la importación y exportación de bienes exóticos, la mayoría de las mercancías eran obtenidos desde sitios remotos; al cacique patrocinador entregaban parte de los productos y la otra parte estaba destinada al tianguis, este espacio era el enlace para que los productos lleguen a través de los comunes al resto de llactacunas. Hartmann (1971)

Los mindalaes jugaban un papel importante dentro de la estructura social de los pueblos de esta época, ellos eran quienes participaban de la política dentro de la organización local y regional, quizá además ellos debieron tener injerencia en el aspecto social-religioso-cultural y por ende ellos manejaban el campo económico. Los mercados además de su función comercial, tenían un carácter social por lo que se le puede señalar eran multifuncionales Hartmann (1971:230).

Es importante resaltar que como parte de la estructura socio-económica prehispánica está la actividad desarrollada en los tianguis gatos o catos, a pesar de guerras y disputas, la actividad comercial de los mercados no dejó de existir, manteniendo un movimiento normal de estos. Con lo que se puede inferir que a través de la vigencia de los mercados, la estructura prehispánica no fue destruida fácilmente, a pesar de las estrategias de conquista utilizadas con el afán de consolidar las mismas.

De esta actividad y sus actores encontramos en fuentes documentales tempranas (Salomón 1980; Benzoni, 1985 [1547-1550]; Landázuri 1990; Vargas 1987; Holm 1985; Museo Antropológico Banco Central del Ecuador 1987); consideran que existieron varios sitios de comercio –mercados- denominados TIANGUIZTLI O TIANGUIS, uno de ellos estuvo ubicado en la actual plaza de San Francisco de la ciudad de Quito, Salomón (1980), Vargas (1987). Otro mercado, quizá no de la misma importancia que el anterior es el ubicado al sur del pueblo de Uyumbicho, Landázuri (1990:28).

Los primeros informantes señalan, (Hartmann; 1971:219) que en los mercados “grandísimos y frecuentísimos”, los productos eran: Clasificados, agrupados según su función y dispuestos en lugares definidos

Los productos ofrecidos en los mercados -Quito- eran abundantes, variados, básicos y de lujo: como el SPONDYLUS -considerado como de interés económico y ceremonial, era el alimento de los Dioses, tenía una función ritual propiciador de lluvias, fertilidad, acompañaba a difuntos, era símbolo de poder y riqueza y estaba ligado a la mamacocha, este producto estimaban más que el oro y las piedras preciosas que también se comerciaban.

Otros productos importantes de comercio fueron la coca, el algodón, el ají, la sal, oro en tejuelos, plata, perlas, esmeraldas, chaquiras, mantas, plantas medicinales, tintes –para hilos y cuerpo-, canela, maíz, comida, raíces, juzu, conejos, perdices, carne de venado, auquénidos, materias primas y productos elaborados, tejidos y los productos básicos alimenticios (Landázuri, 1990; Salomón, 1980; Vargas, 1987; Espinosa, 1983; Oberem, 1980), de los productos que comerciaban se puede inferir la importancia del tianguis de Quito. (Aguilera 2004: 16-17). El ají y la sal no solamente fueron artículos de uso general, también la utilizaron como un medio de pago. Op cit. Pp17.

De las evidencias arqueológicas recuperadas, se plantea la interrogante, de la procedencia y distribución de la cerámica Cosanga-Pillaro, Porras (1987), del componente panzaleo, Lumbreras (1990) y cerámica panzaleo Jijón Caamaño (1997), lo que señala este último autor es lo siguiente.

⁵³ Vos Nahuatl traída por los españoles desde México y Centro América, Costales 1982

⁵⁴ Humillag, milines y mindalaes significa comerciantes Op. cit.; son una clase privilegiada, emisarios extraterritoriales. Salomón 1980:166



“...Panzaleo I (objetos de comercio)...” Jijón y Caamaño (1997a:44); los artefactos cerámicos “Panzaleo I, II o III”, sus características particulares son: “finura del barro”, de buena cocción, livianos, poroso y permeable, sin engobe, mezcla de polvo de lavas pumíceas –logrando un artefacto poroso, liviano y consistente, Jijón y Caamaño (1997b:199).

Hablando del comercio de la cerámica, dice “La alfarería Panzaleo se encuentra en todo el Ecuador, por efecto del comercio. Los indios de Pujilí se encuentran, aún hoy, por todos los caminos de la Sierra, llevando cargamentos de las ollas que fabrican para ir, de casa en casa indígena, de mercado en mercado...lo que se hacen hoy, lo han hecho durante centurias” Op. cit.

En el último período preinca, los mindaláes, grupo de élite exento del pago de tributos, manejaron el comercio, a nivel local, regional e interregional, estos residían en Jocay (Manta) y en otros sitios poblados y productivos, entre ellos en Pimampiro y Quito.

Si en Quito estuvo uno de los mercados importantes, el control del comercio exigía una permanencia de los mindaláes, un representante o su cacique patrocinador en esta ciudad; Salomón (1980:167-168) basado en un padrón “podría ser por 1582”, señala que en este documento consta una lista de los mindaláes y sus familias, quienes vivían en el barrio San Francisco-San Sebastián, sector considerado como el posible asiento de la élite.

Por ser un grupo de élite, sus casas debían estar ubicadas en sitios privilegiados; con la información etnohistórica se deja claro la ocupación de un espacio específico dentro de la ciudad –alrededor del Tianguis-, sin embargo no se debe negar la ocupación de otros espacios que presentan mejores condiciones climáticas –sitios secos y elevados-, y los hallazgos arqueológicos, permiten suponer que otros sitios habitacionales pueden ser en: ¿La Florida? y ¿Ciudad Metrópoli?, Aguilera (2002a).

Las vías de comercio que se señalan para la época son: Quito-Chincha-Quito-Jocay, Quito-Cuzco-Quito, Quito-El Cauca-Quito, Quito-Pimampiro-Quito, Hatunquijos-Quito-Hatunquijos (Salomón, 1980; Murra, 1975; Oberem, 1980).

El gran TIANGUIS de Quito, fue regulado por los incas y reubicado por los españoles, Salomon (1980), quienes organizaron otros tianguis en casi todos los sitios donde estaban los conquistadores, conquistadores que desde el punto de vista económico, dependieron fundamentalmente del tianguis por un período largo. Quizá en esta actividad se encuentre la importancia del Quito aborigen.

Hartmann (1971:230) al referirse a la actividad económica de los tianguis, señala que estos se caracterizaron por “la simultaneidad y el funcionamiento paralelo de los tres principios de transacción”, al mismo tiempo el mercado ofertó productos, respondió a las necesidades de demanda. (Aguilera; 2004: 7-18)

Así como la denominada arqueología Histórica, que permitió ejecutar varios estudios para el desarrollo de obras de infraestructura y permitir el desarrollo de la ciudad, así también aporta datos para la intervención y conservación de los bienes inmuebles del Centro Histórico de Quito.

Su temporalidad y desarrollo de este período se encuentra interrumpido por la conquista cuzqueña –Inca– y posteriormente conquistas europeos, con una cosmovisión y objetivos diferentes provocando cambios singulares en el proceso histórico evolutivo para este período de importancia de la historia de Quito y del país.

Para el período **Inca** se localizan evidencias monumentales con función militar en los alrededores de Quito especialmente en la zona denominada Lulubamba actual San Antonio de Pichincha, Guayllabamba, Pintag y la zona oriental de Quito en el sector de Puengasi se encuentra el camino real o camino del inca. En el Centro Histórico de Quito se evidencia huellas para este periodo como las identificadas por Jijón y Caamaño (1918) en el sector del Ichimbia 7 tumbas incas. Terán (1994) encuentra fragmentos de cerámica tipo inca y muros.

A su paso por esta ciudad en 1540, Pedro Cieza de León (1962) dice que los indios son labradores y tienen mucho algodón para sus vestidos y tributos además de que poseen grandes rebaños de llamas. Cultivaron maíz, papas y quinua aprovechando los productos que le ofrecía la naturaleza y acondicionando plataformas elevadas para solventar el problema de las anegaciones frecuentes.

También del viaje realizado por Francisco de Paula Martínez, dice que “Al llegar a Quito se ve una extensa llanura, ejido de Turubamaba (llanura de barro)... Quito es una población de las más pintorescas... No es menos bonito el cerro denominado Panecillo, cuya regularidad permite su fácil acceso, desde el que se disfruta la vista del Pichincha, la de Quito en toda su extensión, las llanuras en que están asentadas algunas poblaciones: Magdalena, Chillogallo, etc.” (Jiménez de la Espada, Marcos y otros, 1998:49).

Ciudad que según el Libro Primero de Cabildos de Quito fue fundada en lo que actualmente es el centro histórico de Quito, no obstante que los cronistas españoles no mencionan a la ocupación inca de Quito. Ante esto, Salomon (1980:220) sugiere que la importancia de Quito se basa en la ubicación estratégica y significación económica, pues Quito ya en la época prehispánica ocupó un lugar prioritario de tránsito norte-sur para el posterior trazado del camino del inca, camino que pasa en la parte sur por Latacunga y Panzaleo y se dirige hacia Caranqui.

La presencia de los incas en el actual territorio ecuatoriano, es el resultado de la expansión inca por razones económicas, políticas y religiosas, “...la marcha hacia la región de Quito constituyó para los incas un trayecto en pos de la tierra del sol, es decir, la culminación de una ruta y una peregrinación sagrada...” Espinosa Apolo (2002-2003: 61-62).

Proceso de mayor integración territorial -red vial y sistema de comunicaciones-, caracterizado por una red jerarquizada de centros poblados y cabeceras provinciales. Pues en las actas de Cabildo se tiene que: “...las distintas rutas, desde la plaza del Gobernador salía hacia el sur una vía cruzando la quebrada de Ullanguangayaco, seguía por Pichicaya (San Diego), pasando por las pampas de Chillogallo y Turubamba hasta Panzaleo, donde podía tomar una bifurcación en dirección a los Yumbos o proseguir por el camino real rumbo a Tumipampa...”. “Otra ruta rumbo al sur pasaba por unos arroyuelos y una ciénega donde están los tambos de Alpahuasi; que sirvieron de hospedaje por primera vez a los conquistadores. Desde aquí se continuaba en dirección del camino real hacia el sur o tomábase un desvío hacia el oriente, siguiendo la ruta de Puengasí, pasando por Limpiopungo y



Rumiñahui, para dirigirse por las estribaciones de la cordillera oriental (Lozano, 1991:138). A estas rutas hay que agregar una serie de caminos o vías terciarias que interconectaban los diferentes barrios o llajtakuna alrededor de la ciudad.

De la misma manera, al interior del Atrio de la Iglesia de San Francisco, se descubrió un basural asociado a periodos tardíos, donde se hallaron varias compoteras con rasgos Caranquis las que son muy comunes en el sector. A esto se suma la presencia de bases planas gruesas sin acabado en su fondo, y con superficies con engobe rojo pulido vertical al exterior, que se asocian a los jarros, características que constituyen rasgos muy frecuentes en la zona de estudio (Idem, 1998 a y b).

7.4.5. Metodología

Las actividades del estudio de campo de la prospección arqueológica tuvo dos componentes: la prospección no-intrusiva, que consiste en la observación en campo de las modificaciones antrópicas que se realizaron en la época prehispánica o colonial; y, la prospección intrusiva, con la cual se verificó, mediante los métodos de excavación propios de la fase de prospección, la presencia de evidencias arqueológicas en los depósitos culturales y naturales del subsuelo.

Los métodos de excavación incluyen el criterio de minimizar la destrucción de los estratos o de los rasgos culturales que pudieren estar contenidos en las áreas que se excavan sistemáticamente. Es por ello que se utiliza la metodología de la excavación de pruebas de pala o lampa (PL)⁵⁵, ubicadas en un reticulado espacial –con transectos E-O y N-S- que se establece según normas de muestreo, la topografía del sector y la amplitud del área a prospectar. Estos transectos se separaron entre sí cada 80, 40, 20, 10 o 5 metros, y las PL's fueron ubicadas de forma intercalada o en tresbolillo, con el fin de cubrir un área de mayor representatividad. Otra unidad de excavación que se utiliza en la prospección arqueológica es el Cateo (C), el cual es un sondeo de 1x1 m en superficie y, en general, una mayor profundidad que la PL, debido a la mayor facilidad de desalojar suelos en una unidad de mayor amplitud. Esta unidad o cateo es utilizada en caso de registrar un rasgo arqueológico, una concentración incompleta de evidencias arqueológicas asociadas o para definir anomalías en los estratos. Otro método para el registro de los estratos es la excavación vertical y definición de Perfiles estratigráficos (P) en sitios en los que se hallan taludes, bancos de escorrentías o excavaciones anteriores (de cualquier tipo) expuestas.

El registro de materiales culturales, rasgos arqueológicos o anomalías contenidas en los estratos -registro positivo en PL's o cateos- se realiza mediante formatos de campo establecidos para el trabajo. La concentración de estos registros positivos, en el caso de las PL's, establece un área de sensibilidad arqueológica, que terminó de ser caracterizada mediante la excavación de cateos.

El registro gráfico es uno de los recursos enriquecedores del conocimiento y corresponde a:

- El registro fotográfico, que fortalece el registro arqueológico general y verifica la existencia del dato, permitiendo volver, de forma gráfica, a la situación original del momento del registro.
- Planos del sector de estudio en los que son incluidas las intervenciones del equipo de arqueología (PL y C).
- Los registros o formularios, formateados para el efecto por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) y adaptados para el área y tipo de estudio. Otros formatos creados y aplicados en base a la experiencia profesional. El conjunto de formularios o formatos recoge la información –en estricto rigor científico- del trabajo realizado en campo.
- Los dibujos técnicos de las áreas excavadas: dibujos de planta de estratigrafías y perfiles.

La prospección arqueológica incluye una etapa de laboratorio, durante la cual el material cultural recuperado es lavado, clasificado, codificado, inventariado, registrado y analizado, con criterios morfofuncionales, al final es embalado apropiadamente. A continuación se presentan más detalles sobre las actividades mencionadas:

El material recuperado en campo, va a laboratorio en donde se lo clasifica en diagnóstico y no diagnóstico. Cada fragmento, artefacto o pieza arqueológica, definido como diagnóstico, lleva una etiqueta que contiene información sobre: procedencia, nombre y número de área de interés arqueológico (AIA) o sitio, con el código de la carta topográfica, identificación por depósito de excavación, rasgo y/o elemento. Para una más completa identificación de los elementos diagnósticos, se asigna un número de artefacto. Estos números son distribuidos por AIA o sitio y obedecen a la secuencia de codificación.

Metodológicamente, el análisis exhaustivo del material cerámico, está enfocado a determinar o a inferir una parte de la producción artesanal de la región. De este análisis se obtienen los tipos cerámicos y parte de los atributos tecnológicos de la vajilla.

El análisis de las piezas de piedra (lítica) recuperadas, al igual que el de cerámica, suelos, huesos y otros, constituye la información que lleva a inferir el comportamiento de un grupo social, en un tiempo y espacio determinado.

Las piezas arqueológicas de lítica, sin duda fueron elaboradas por una sociedad, como respuesta a necesidades específicas, por ejemplo los morteros, metates y manos de moler –usados para procesar granos y vegetales–, son evidencias indirectas de actividades agrícolas.

Con todo el material arqueológico recuperado y sometido a laboratorio, se realiza un análisis comparativo con resultados de investigaciones arqueológicas realizados para la zona de estudio, y una revisión bibliográfica de fuentes secundarias, para llegar a una comprensión general de una parte de la historia de la zona de estudio y a un análisis más amplio.

Por último, se redacta el texto del informe final, del que forman parte cuadros, gráficos, y fotografías, planos, dibujos.

⁵⁵ Las pruebas de pala son excavaciones de 40x40 cm en superficie, por una profundidad de 70 a 110 cm o hasta una profundidad menor, siempre que se establezca el haber alcanzado el estrato culturalmente estéril.



7.4.6. Descripción de los Trabajos de Campo

Tan pronto se tuvieron identificadas las cinco estaciones y cuatro áreas especiales del trazado del Metro que serían investigadas, tal como se detalló en la propuesta entregada al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, se procedió, en cada caso, al establecimiento de la estrategia de intervención⁵⁶.

Considerando a la estación San Francisco como la de mayor complejidad y sensibilidad arqueológica, se gestionó, conjuntamente con la UNMQ, los correspondientes permisos para esta intervención en la Administración Zona Centro *Manuela Sáenz* y autorización del INPC⁵⁷. Ambos documentos fueron otorgados y tuvieron vigencia desde el día 27 de diciembre de 2011, día en que se iniciaron también los trabajos de campo, justamente en la Plaza San Francisco. Como parte de la fase inicial de los trabajos de campo se impartió entre los integrantes del equipo una charla de inducción, la cual incluyó una explicación del diseño del proyecto Metro Quito, disposiciones de las medidas de seguridad y la asignación de responsabilidades.

Los siguientes cuadros resumen los sitios y fechas de intervención de las cinco estaciones y las cuatro áreas especiales:

Cuadro 7.101 Cronograma de intervención de las Estaciones

FECHA	ESTACIÓN DEL METRO
27.12.11	Plaza San Francisco
28.12.11	Plaza San Francisco
29.12.11	Plaza San Francisco y El Recreo
30.12.11	El Recreo, Morán Valverde y El Ejido
31.12.11	Cocheras (Quitumbe)
2.1.12	Cocheras (Quitumbe)
3.1.12	Cocheras (Quitumbe)

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

⁵⁶ Esta estrategia incluyó la toma de todas las medidas de seguridad física y del equipo de trabajo, y una proyección preliminar del área de prospección en la plaza de San Francisco (2 prioridades), el establecimiento del tiempo de estudio y la conformación del equipo de investigación arqueológica, estrategia que se elaboró según documento remitido a la UNMQ.
⁵⁷ Instituto Nacional de Patrimonio Cultural

Cuadro 7.102 Cronograma de intervención de las Áreas Especiales

FECHA	ESTACIÓN DEL METRO
4.1.12	Solanda
4.1.12	Parque de El Calzado
4.1.12	Quitumbe
5.1.12	Panecillo

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Figura 7.243Cerramiento del Sector Norte de la prospección arqueológica de la plaza San Francisco



Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Cada área de estación del Metro Quito permitió diseñar una intervención diferente, según la metodología que se empleó en el proyecto. Un resumen de las unidades de excavación de prospección arqueológica proyectadas y excavadas se presenta en los siguientes cuadros:



Cuadro 7.103 Unidades de excavación proyectadas y excavadas por Estación del Metro Quito

ESTACIÓN	TRANSECTOS	PL's PROYECTADAS	PL's EXCAVADAS	PL's NO EXCAVADAS	CATEOS	PERFILES
Cocheras	6	21	17	4	4	
Morán Valverde	---	2	1	1		1
El Recreo	2	11	10	1		
San Francisco	2	11	11		5	
El Ejido	2	18	16	2		
Totales		63	55	8	9	1

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Cuadro 7.104 Unidades de excavación por Área Especial del Metro Quito

ESTACIÓN	TRANSECTOS	PL's EXCAVADAS	PERFILES
Quitumbe	2	10	
Solanda	2	6	
El Calzado	2	10	
Panecillo	1	10	1
Totales		36	1

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

7.4.7. Resumen de las Intervenciones en las Áreas de Estaciones

Estación San Francisco

Esta estación es considerada como el área del trazado del Metro de sensibilidad arqueológica alta, dada su ubicación en el centro histórico y los antecedentes de investigaciones arqueológicas anteriores. Los trabajos se iniciaron en cuanto se comunicó la estrategia a los representantes de la UNMQ, Ing. Edmundo Moreno, e IMPQ, Msc. Alfredo Santamaría, quienes asistieron al inicio de los trabajos de campo, el día 27 de diciembre de 2011.

Anterior al inicio de los trabajos el equipo de arqueología se comprometió, mediante carta de compromiso, a dejar la superficie de los puntos en los que se realizaron las unidades de excavación en el mismo estado en que estuvieron antes de su intervención arqueológica (ver Anexo 1).

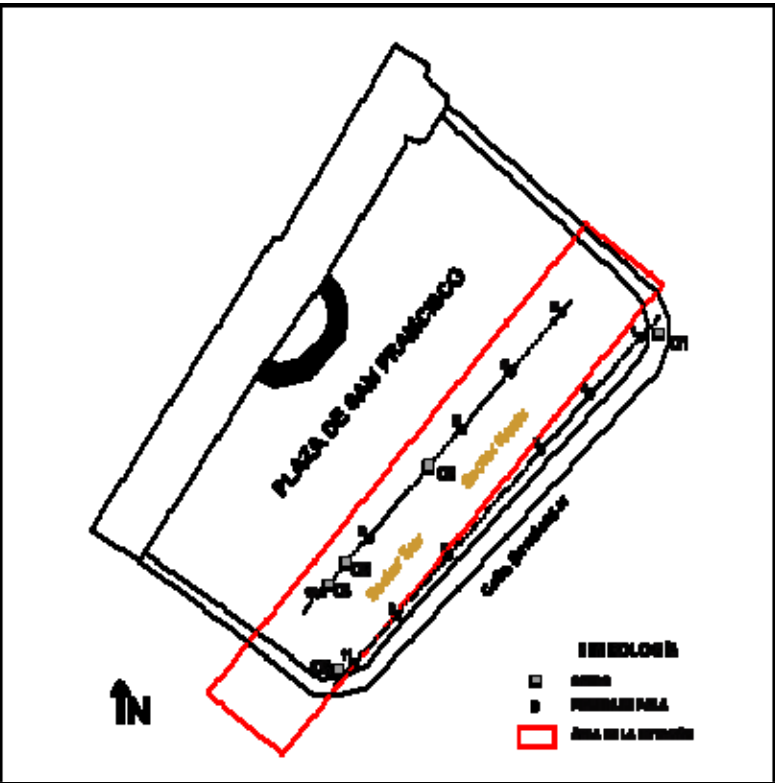
Cuadro 7.105 Ubicación geográfica de la estación San Francisco

Abscisa	11+400 a 11+500	Coordenada Central	N 9975569.63	E 498358.46
---------	-----------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Para la investigación de esta estación se trazaron dos transectos paralelos a la línea de gradas de la acera de la calle Benalcázar, con sentido NE-SO. Debido a la sensibilidad arqueológica se estableció como punto de partida la excavación de un cateo (C1) en la acera de la esquina NE, ubicada en sentido diagonal al pórtico de entrada del convento de la Iglesia La Compañía. Las pruebas de pala se distanciaron en cada transecto 10 m, y se intercalaron entre transectos. Otros cateos fueron excavados según los resultados obtenidos en las PL's, pudiéndose caracterizar con ello de mejor forma el área a ser intervenida durante la construcción del Metro Quito.

Figura 1: Posición de las unidades de prospección en la estación San Francisco



Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

En este sector la estrategia fue el cubrir la mayor superficie del área proyectada para la estación, minimizando, al mismo tiempo el área afectada por la prospección. Para ello se distinguieron dos sectores Norte y Sur, entre los cuales se excavó el Cateo 2 (C2).

Resultados de la excavación

Ocho de las once pruebas de pala registraron materiales culturales. En el sector Norte las PL's demostraron la presencia de una base (arenosa) y una sub-base (arenosa con inclusión de gravilla), de consistencia compacta. Estos suelos podrían haber elevado el nivel de la plaza en su sector Norte. En esta parte de la plaza actual las PL's registraron un estrato profundo de relleno de suelo oscuro con inclusión de fragmentos pequeños de ladrillos, depósito que es mucho más superficial en el sector Sur.

La excavación de cateos proporcionó una información muy valiosa para conocer los procesos por los que históricamente ha experimentado el área de la plaza. Se conoció con ello la diferencia del espesor de los rellenos en cada sector y la asociación de rellenos y estratos naturales, con los materiales culturales, reubicados o *in situ*. Los resultados del registro arqueológico se exponen en el siguiente cuadro:

Cuadro 7.106 Unidades de excavación con registro de material cultural

Sector	PL/Cateo	Material Cultural	Dep.	Nivel	Fecha
Norte	PL1	Huesos fáunicos, mullo moderno	2	42 cm b/s	27-12-2011
	PL2	Cerámica colonial, piedras areniscas, huesos fáunicos	1-2	39-58 cm b/s	27-12-2011
	PL5	Piedras areniscas	1	12-30 cm b/s	27-12-2011
Sur	PL7	Lasca de obsidiana, teja	2	15-32 cm b/s	28-12-2011
	PL8	Cerámica colonial	3	30-49 cm b/s	28-12-2011
	PL9	Cerámica aborigen	3	20-30 cm b/s	28-12-2011
		Cerámica aborigen, hueso fáunico	5	36-90 cm b/s	
	PL10	Cerámica colonial	2	24-37 cm b/s	28-12-2011
Norte	C1	Cerámica aborigen y colonial, concha, moneda, huesos fáunicos, obsidiana, canto rodado	1	24-28 cm b/d	27/12/2011
		Cerámica aborigen y colonial, obsidiana, conchas, hueso fáunicos		28-48 cm b/d	27/12/2011
	C2	Cerámica aborigen y colonial, huesos fáunicos	4	60-68 cm b/d	28/12/2011
Sur	C3	Cerámica aborigen y colonial, huesos fáunicos, vidrio	2	32-56 cm b/s	28/12/2011
		Cerámica aborigen y colonial, huesos fáunicos		49-68 cm b/d	28/12/2011
	C4	Cerámica aborigen y colonial, huesos fáunicos	2	34-54 cm b/d	29-12-2011
		Cerámica aborigen, huesos fáunicos	4	58-71 cm b/d	29-12-2011
	C5	Cerámica aborigen y colonial, huesos fáunicos, vidrio	2	24-43 cm b/d	29-12-2011

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

A continuación se detalla el registro arqueológico de la excavación de los cateos:

Cateo 1

Se ubicó en el extremo NE del área de la estación prospectada, en la esquina de la intersección de las calles Benalcázar y Sucre. Este cateo fue la primera unidad de excavación realizada, con el objetivo de conocer la estratigrafía de la parte baja del área -la acera junto a las gradas- y para establecer el registro arqueológico de este extremo del área de prospección, el cual también se ubica en posición diagonal a la puerta de ingreso del Convento de la Iglesia la Compañía.

Los resultados de esta excavación se exponen en la siguiente tabla:

Cuadro 7.107 Resultados de excavación del cateo 1

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 1 (1x1m)	Sup.	Piso de piedras canteadas de la plaza	Ausencia de material cultural
	1	Suelo arenoso de relleno con material cultural revuelto	Nivel 24 a 28 cm b/d Material recuperado: 6 frag. de cerámica aborigen 6 frag. de cerámica colonial 1 concha 1 moneda Huesos fáunicos (dientes de camélido) 1 obsidiana 1 canto rodado con hollín Material no recuperado: 14 frag. de vidrio
			Nivel 28 a 48 cm b/d Material recuperado: 28 frag. de cerámica aborigen 5 frag. de bordes de cerámica aborigen 16 frag. de cerámica colonial 1 obsidiana 2 concha (almeja) Huesos fáunicos Material no recuperado: 3 piedras naturales
			Nivel 60 cm b/d Material recuperado: 1 lítica trabajada

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

La excavación de este cateo se suspendió al identificar ladrillos modernos que cubren una tubería, probablemente de cables telefónicos.

El hallazgo de material cultural revuelto de varias épocas históricas –colonial, republicana y aborígen- caracteriza al primer estrato cultural excavado como un depósito de materiales culturales desplazados de su posición original de deposición que, sin embargo, define al sector como un área en la que se sucedieron ocupaciones aborígenes, colonial y republicana, con restos de herramientas líticas y restos de fauna de la zona.

Figura 7.244 Fotos cateo 1



Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera

Cateo 2

Este cateo se ubicó entre los sectores N y S del área prospectada. La justificación para su excavación fue el caracterizar el extremo centro-Oeste del área de prospección, sobre la plaza empedrada. Su ubicación respecto a las pruebas de pala fue de 10 m al Sur de la PL6. Los resultados de esta excavación se exponen en la siguiente tabla:

Cuadro 7.108 Resultados de la excavación del cateo 2

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 2 (1x1m)	Sup.	Piso de piedras canteadas de la plaza	Ausencia de material cultural
	1	Suelo de relleno arenoso compacto, con inclusión de gravilla	Ausencia de material cultural
	2	Suelo de relleno limo arenoso semicompacto	Ausencia de material cultural
	3	Suelo de relleno de arena lavada, semicompacto	Ausencia de material cultural
	4	Relleno compacto de suelo oscuro irregular de naturaleza arenosa, con inclusión de piedrecillas y fragmentos de ladrillos	Nivel 60-68 cm b/d Material recuperado: 2 frag. de bordes de cerámica coloniales 2 frag. de bordes de cerámica aborígen 4 frag. de cerámica aborígen Huesos fáunicos Material no recuperado: 2 frag. de vidrio
	5	Suelo natural compacto, de naturaleza limo-arenoso	Ausencia de material cultural

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera

Cateo 3

Este cateo se ubicó en el transecto Oeste, a 5 m de la PL8. Su excavación se justificó por el registro de una alta densidad de fragmentos de ladrillo en el depósito 3 de la PL8. Los resultados de esta excavación se exponen en la siguiente tabla:

Cuadro 7.109 Resultados de la excavación del cateo 3

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 3 (1x1m)	Sup.	Piso de piedras canteadas de la plaza	Ausencia de material cultural
	1	Suelo de relleno arenoso interpretado como base de arena de mina para la colocación del piso de piedra	Ausencia de material cultural
	2	Piso de fragmentos de ladrillo en una matriz de suelo areno-arcilloso	Nivel 32 a 56 cm b/s <u>Material recuperado:</u> Huesos fáunicos 3 bordes de cerámica colonial 4 frag. de cerámica colonial 3 frag. de cerámica aborigen 1 frag. de vidrio <u>Material no recuperado:</u> 8 frag. de tejas
			Nivel 49 a 68 cm b/d <u>Material recuperado:</u> 2 frag. de bordes de cerámica aborigen 9 frag. de cerámica aborigen 6 frag. de cerámica colonial
	3	Suelo natural compacto, de naturaleza limo-arenoso	Ausencia de material cultural

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Cateo 4

Este cateo se ubicó inmediatamente al Norte de la PL 10, ubicado a su vez en el sector Sur y en el transecto Oeste. La justificación de su excavación se basa en la comprobación de la presencia de rellenos y suelos naturales similares a los cateos 2 y 3, y la presencia de materiales culturales, entre ellos huesos fáunicos.

Los resultados de esta excavación se exponen en la siguiente tabla:

Cuadro 7.110 Resultados de la excavación del cateo 4

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 4 (1x1m)	Sup.	Piso de piedras canteadas de la plaza	Ausencia de material cultural
	1	Suelo de relleno arenoso interpretado como base de arena de mina para la colocación del piso de piedra	Ausencia de material cultural
	2	Piso de ladrillos en desorden, en suelo con mezcla de arena, arcilla y piedras pómez NOTA: este depósito es un relleno con varias capas de compactación	Nivel 34 a 54 cm b/d <u>Material recuperado:</u> 5 frag. de cerámica aborigen 1 frag. de borde de cerámica aborigen 7 frag. de cerámica colonial 3 frag. de huesos fáunicos
	3	Suelo arenoso con inclusión de piedrecilla pómez en baja densidad	Ausencia de material cultural
	4	Suelo arenoso con mezcla de arena fina	Presenta una concentración de piedras, conformando una sección de un posible canal con sentido N-S. <u>Material recuperado:</u> Asa gruesa de cerámica, de probable filiación Inca. 6 frag. de cerámica aborigen 3 huesos fáunicos (mandíbula) <u>Rasgo de mancha oscura?:</u> 3 frag. de cerámica aborigen 1 frag. de borde de cerámica colonial NOTA: algunos fragmentos de huesos son dejados in situ para su posterior recuperación con metodología de excavación en área.

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

El hallazgo de un posible rasgo de mancha oscura con un contenido de huesos fáunicos y cerámica colonial y aborigen, es un antecedente para corroborar la asociación entre la cerámica aborigen y colonial, en probables actividades de consumo de alimentos.



Cateo 5

Este cateo se ubicó en la esquina SE de la plaza, inmediatamente sobre el área de las gradas. Este cateo se realiza a poca distancia de la PL11, misma que registró en su fondo una concentración de huesos fáunicos.

Los resultados de esta excavación se exponen en la siguiente tabla:

Cuadro 7.111 Resultados de la excavación del cateo 5

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 5 (1x1m)	Sup.	Piso de piedras canteadas de la plaza	Ausencia de material cultural
	1	Suelo de relleno arenoso interpretado como base de arena de mina para la colocación del piso de piedra	Ausencia de material cultural
	2	<p>Suelo de naturaleza areno-limo-arcilloso (suelo franco)</p> <p>NOTA: este depósito en su fondo tiene una concavidad hacia su sector Norte, con inclusión de un lente de cascajo fino, con mezcla de fragmentos de ladrillos</p>	<p>37 frag. de huesos fáunicos 13 frag. de cerámica colonial 7 frag. de cerámica aborigen 13 frag. de teja 1 frag. de vidrio (base de botella colonial?) 1 muestra de mortero (mezcla de cal y arena)</p> <p>NOTA: los huesos fáunicos incluyen fragmentos de extremidades inferiores, una vértebra y 2 dientes, concentrados hacia el perfil Este</p>

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Desde el hallazgo de una hilera horizontal de fragmentos grandes de ladrillo en el nivel de inicio del D2, esquina NO, se decidió efectuar una pequeña ampliación para registrar la forma del fragmento mayor de estos ladrillos. Las dimensiones de esta ampliación fueron: 50cm N-S y 36 cm E-O. Con esta excavación adicional se comprobó la presencia de mortero asociado a los fragmentos de ladrillos.

Figura 7.245 Fotos en área de San Francisco

Definición del área a prospectar en San Francisco
con el Ing. Edmundo Moreno (UNMQ) y el Msc. Alfredo Santamaría



Cerramiento para excavación del Cateo 1



Prospección arqueológica del Sector Norte



Excavación de pruebas de pala, Sector Norte de plaza San Francisco



Estratigrafía de la PL2



Empedrado en el fondo de la PL7 (32 cm b/s)



Estratigrafía de la PL8, perfil Este



Estratigrafía de la PL9



Proceso de reconformación del empedrado (PL1)



Nivel del piso de fragmentos de ladrillos en el Cateo 3 (25 cm b/s)



Fondo de piedras lajas en la PL4 (D2)



Estratigrafía de la PL5; fondo con fragmentos de ladrillos



Nivel del piso de fragmentos de ladrillos en la PL10



Fragmentos de cerámica y huesos
fáunicos asociados en la PL11



Nivel del piso de frag. de ladrillos en el Cateo 4 (24 cm b/s)



Visita técnica de inspección de funcionaria del INPC, Lic. Rocío Murillo, y de UNMQ, Ing. Edmundo Moreno

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Estación El Recreo

En esta estación la zona de prospección se ubicó a los dos costados de la vía férrea que se localiza entre la Terminal Trole El Recreo y los patios de talleres de El Trole. Se proyectaron inicialmente la excavación de 15 PL's, de las cuales fueron excavadas 10, con resultados todos negativos, debido a la presencia de depósitos masivos de rellenos⁵⁸. La ubicación de las pruebas de pala fue paralela a la línea férrea que cruza el sector, ubicándose dos transectos, cada uno con 5 de las PL's excavadas.

Los rellenos consistieron en escombros combinados con basura moderna (plásticos, rocas, tejas, etc.).

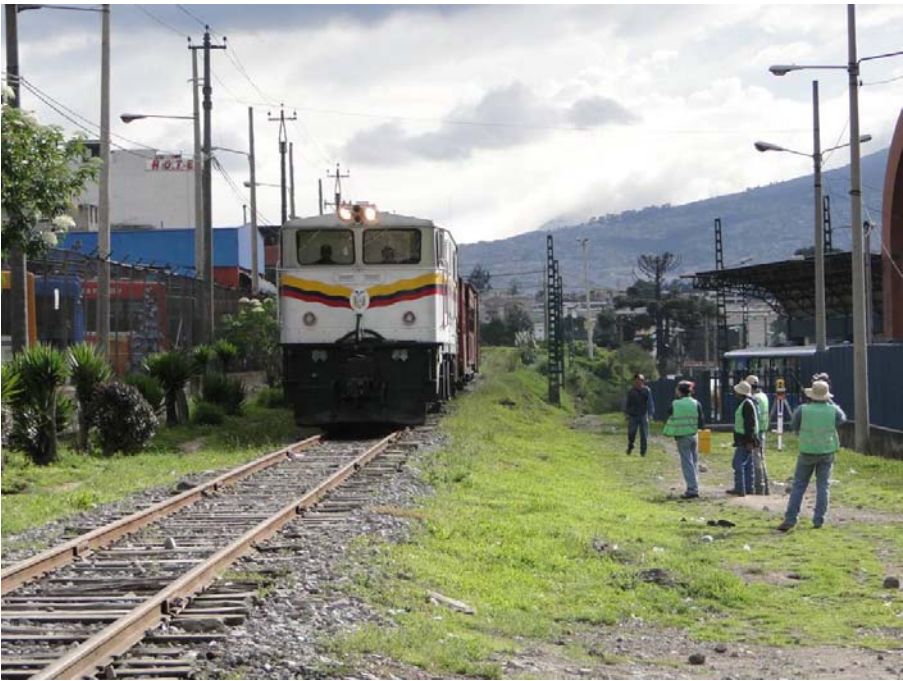
⁵⁸ Las PL's no excavadas se justifican por la presencia en superficie de evidencias de rellenos masivos.

Cuadro 7.112 U ubicación geográfica de la estación El Recreo

Abscisa	6+800 a 7+000	Coordenada Central	N 9972058.54	E 497675.34
---------	---------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Figura 7.246 Entorno Estación El Recreo



Paso del tren en la zona de prospección de la estación El Recreo



Excavación de PL junto a cerramiento de la terminal de El Trole



Trabajos de excavación en el Transecto 2



Vista de rellenos con rocas y frag. de ladrillos en las PL's de El Recreo



Evidencias de basura moderna

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Estación Morán Valverde

La estación está ubicada en la avenida Rumichaca, a lo largo de los predios de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) y hasta la avenida Morán Valverde, en cuya intersección se localiza un espacio de canchas deportivas. Una observación del área estableció que los suelos en el sector de la UPS han sido modificados con la construcción de las instalaciones universitarias y se descartó la prospección de este sector. La observación del espacio ocupado por las canchas deportivas de los conjuntos habitacionales vecinos del sector también consideró que esta área está perturbada.

Cuadro 7.113 Ubicación geográfica de la estación Morán Valverde

Abscisa	1+900 a 2+100	Coordenada Central	N 9968949.55	E 494574.23
---------	---------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Para comprobar esta observación se realizó junto a la acera Oeste un perfil estratigráfico en el corte expuesto de los suelos del área de canchas. Este perfil de 1 m de ancho demostró que el estrato expuesto se compone de cangahua negra compacta masiva de 1.7 m de profundidad en el área expuesta.

Con el fin de comprobar la información estratigráfica proporcionada por el perfil, también se procedió a la excavación de una prueba de pala (PL1) en el interior del área de canchas, en su esquina SE, en las coordenadas UTM N9968947.41 y E494546.95. Esta unidad de excavación registró en sus primeros 32 cm la presencia de un depósito de relleno actual, de consistencia arenosa color café oscuro, con mezcla de fragmentos medianos y grandes de ladrillos; y, un segundo depósito que confirmó la presencia de cangahua negra, estrato culturalmente estéril.

Figura 7.247 Entorno Estación Morán Valverde



Estación El Ejido

Esta estación se ubica en forma diagonal en el parque de El Ejido, desde la parte central de la acera de la calle 6 de diciembre (frente al teatro Prometeo), hasta un área cercana al arco de la Circasiana de este parque (intersección de la avenida Patria con la avenida Amazonas). La investigación de prospección arqueológica inició con la medición del perímetro del diseño de la estación y, con ello, se trazaron dos transectos con una separación de 26 m, en los cuales se ubicaron los puntos de las pruebas de pala, a 20 m cada uno.

De las 20 PL's proyectadas, de forma intercalada entre transectos, 16 fueron posibles de excavar y siete de éstas tuvieron resultados positivos. Los resultados de registro positivo de material cultural contrastaron con la evidencias de hallazgos de material moderno (por ejemplo vidrio) en niveles más profundos, con lo cual se estableció que si bien los suelos son propios del sector, éstos están modificados o revueltos, habiéndose con ello superpuesto material cultural aborigen y colonial a material moderno. Con este antecedente se decidió no efectuar la excavación de cateos en el sector.

Cuadro 7.114 Ubicación geográfica de la estación El Ejido

Abscisa	14+070 a 14+270	Coordenada Central	N 9976849.25	E 500284.19
---------	-----------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Cuadro 7.115 Detalle de PL's positivas y su material cultural registrado

Estación/ Sector	PL/Cateo	Material Cultural	Dep.	Nivel	Fecha
El Ejido	PL2 (T1)	1 frag. de borde colonial	2		30-12-2011
	PL4 (T1)	3 frag de cerámica colonial, huesos fáunicos	2		
	PL5 (T1)	1 frag. de cerámica colonial	3	28 cm b/s	
	PL8 (T1)	1 obsidiana	1	13 cm b/s	
	PL3 (T2)	2 frag. de borde de cerámica aborigen 1 frag. de base de cerámica colonial 1 frag. de cerámica colonial 1 frag. de arcilla cocida de forma plana	2	60 a 70 cm b/s	
	PL8 (T2)	6 frag. de cerámica colonial	2	65 cm b/s	
	PL9 (T2)	1 frag. de cerámica aborigen	2	60 cm b/s	

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Figura 7.248 Prospección Estación El Ejido





Material cultural aborígen en mezcla con material moderno



Material aborígen y colonial en asociación
(PL3, Transecto 2, D2)



Panorámica de excavación de pruebas de pala en El Ejido

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera

Cocheras (Quitumbe)

El área de Cocheras se refiere al sitio en el que las unidades del Metro Quito serán estacionados. Inicialmente se estimó 4.000m², para la ejecución del proyecto con ayuda de la UNMQ, establece un área de hasta 30.000 m². Sin embargo, la medición topográfica dio un resultado de más de 26 hectáreas o 260.000 m²; medición que sumó las áreas de los lotes baldíos a ambos lados de la Av. Rumichaca. La ubicación de esta área es a ambos lados de la avenida Rumichaca, entre las avenidas Condor Ñan y Guayanayán, al Este de la Central de Transporte Terrestre “Quitumbe”.

Al llegar al sitio de trabajo fuimos abordados por dos dirigentes de las cooperativas establecidas en la zona⁵⁹. Estas personas manifestaron su disconformidad a nuestro trabajo, sin un previo aviso por parte del municipio. Sin embargo, un plano que detalla la propiedad de los predios en el sector, proporcionado por el Ing. Heredia que realiza los trabajos de geotecnia, nos permitió diferenciar entre terrenos municipales y terrenos de la Federación Deportiva del Pichincha⁶⁰, de terrenos de las cooperativas, diseñando en campo una nueva estrategia con ayuda del equipo de topografía, que no involucre los terrenos de las cooperativas.

Cuadro 7.116 Ubicación geográfica de las Cocheras del Metro Quito

Abscisa	no aplica	Coordenada Central	N 9966977.69	E 493941.17
---------	-----------	--------------------	--------------	-------------

Por la información bibliográfica y lo amplio de la zona a prospectar se decidió bajar la densidad de pruebas de pala. Para ello se separaron los transectos 40 m y a las pruebas de pala dentro de los transectos, a 80 m. Con la nueva estrategia se cubrió un área superior a 10 hectáreas, con lo cual estamos caracterizando al sector en un área muy representativa. No obstante esta representatividad, de las 17 pruebas de pala excavadas, ninguna tuvo resultados positivos de registro de material cultural o rasgo arqueológico. Únicamente dos de los cuatro cateos presentaron una muy baja densidad de material cultural:

Cuadro 7.117 Detalle de PL’s positivas y su material cultural registrado

Estación/ Sector	PL/Cateo	Material Cultural	Dep.	Nivel	Fecha
Quitumbe	C1	1 Obsidiana	3		03-01-2012
	C2	1 Cerámica colonial	2	22 cm b/s	03-01-2012

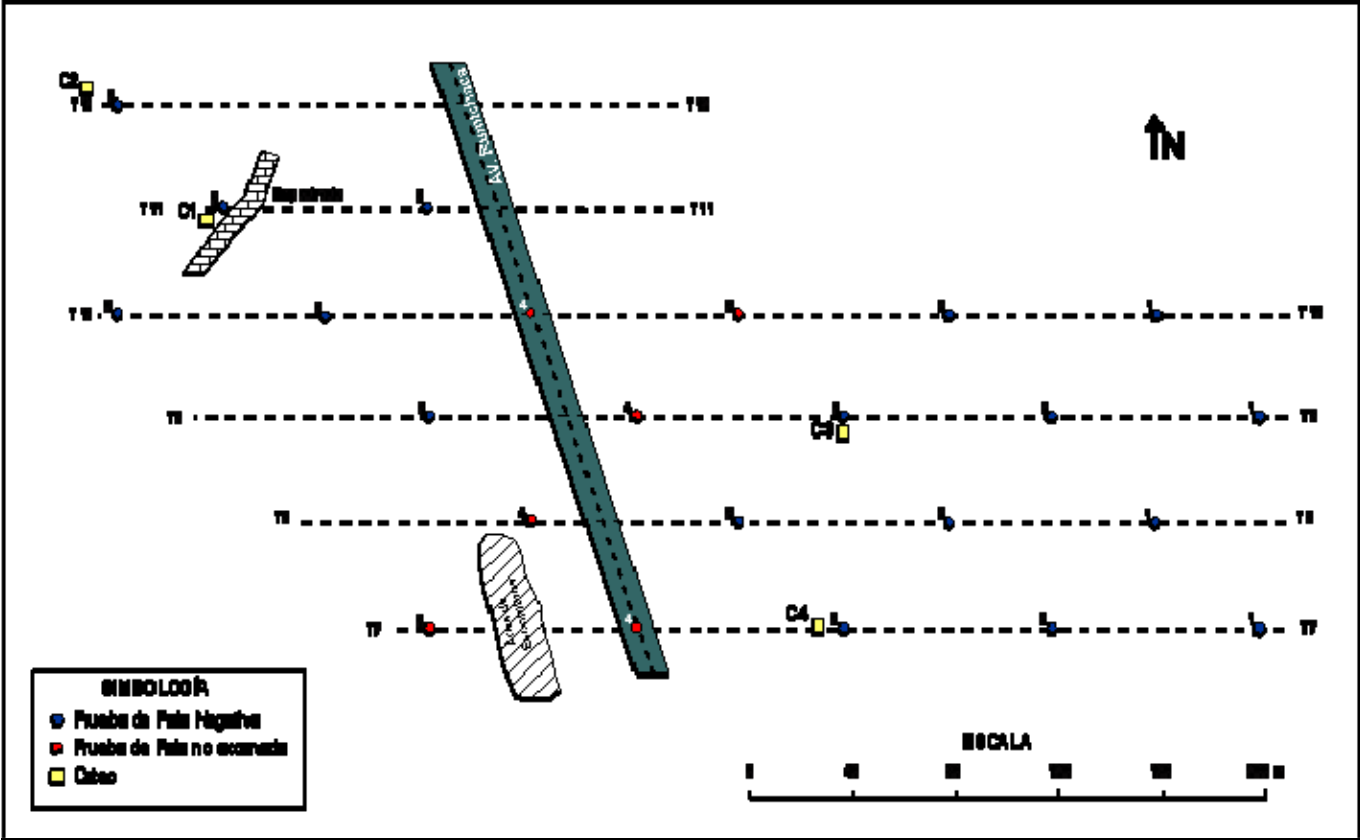
Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera

La siguiente figura detalla la disposición de las pruebas de pala y cateos excavados:

⁵⁹ Las personas que se acercaron fueron las señoras Laura Esquivel y Tarcila Esquivel, miembros de la Cooperativa “Caminos del Inca”. Otras cooperativas en el sector son la Coop. “Nuevo Amanecer” y Coop. “Catilinarias”.

⁶⁰ Posteriormente el Ing. Patricio Romero ejecutivo del UNMQ facilitó los planos con los correspondientes propietarios, en estos planos se indica a este predio como propiedad municipal

Figura 7.249 Posición de las unidades de prospección en el sector de Cocheras



Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Resultados de la excavación de cateos

Cateos del Sector Oeste:

Cateo 1

Se ubicó en el transecto 11, junto a la PL 6.

Cuadro 7.118 Resultado cateo 1

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 1 (1x1m)	1	Piso empedrado	Ausencia de material cultural
	2	Suelo limo-areno-arcilloso (suelo franco), con inclusión de piedrecilla pómez (5 a 10 mm)	Ausencia de material cultural
	3	Suelo limo-areno-arcilloso (suelo franco), compacto	1 obsidiana

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Cateo 2

Se localiza este cateo cerca a la quebrada y cerca del parque lineal Las Cuadras (Oeste del sector).

Cuadro 7.119 Resultado cateo 2

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 2 (1x1m)	---	Capa vegetal	Ausencia de material cultural
	1	Suelo limo-arenoso, semi-compacto	Presencia de material moderno (canica de vidrio)
	2	Suelo oscuro areno-limo-arcilloso (suelo franco), con inclusión de piedras pómez, de hasta 48 mm	1 frag. de cerámica colonial
	3	Suelo oscuro areno-limo-arcilloso (suelo franco), sin piedras pómez	Ausencia de material cultural

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Cateos del Sector Este:

Cateo 3

Cateo ubicado junto a la PL 3 del transecto 9.

Cuadro 7.120 Resultado cateo 3

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 3 (1x1m)	---	Capa vegetal	Ausencia de material cultural
	1	Suelo areno-limoso, de consistencia suave	Ausencia de material cultural
	2	Suelo areno-limoso, de consistencia semi-compacta, con inclusión de piedra pómez (5 hasta 20 mm). También se registró la presencia de óxidos férricos, a partir del nivel 30 cm b/s	Ausencia de material cultural
	3	Suelo areno-limoso, semi-compacto, con mayor densidad de piedra pómez que el D2	Ausencia de material cultural

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Cateo 4

Cateo que se ubicó a 27 m al Oeste de la PL 3 del transecto 7, en un sector elevado de terreno.

Cuadro 7.121 Resultado cateo 4

UNIDAD	DEP.	DESCRIPCIÓN	MATERIAL IDENTIFICADO
Cateo 4 (1x1m)	---	Capa vegetal	Ausencia de material cultural
	1	Suelo limo-arenoso, de consistencia suave	Ausencia de material cultural
	2	Suelo limo-arenoso, semi-compacto, con inclusión de piedrecilla pómez en baja densidad	Ausencia de material cultural
	3	Suelo limo-arenoso, semi-compacto, con inclusiones de piedra pómez	Ausencia de material cultural
	4	Suelo limo-arenoso, semi-compacto, sin inclusiones de piedra pómez	1 obsidiana

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera

Figura 7.250 Prospecciones en Cochera (Quitumbe)



Medición topográfica en el sector de Quitumbe



Contacto con miembros de la cooperativa “Caminos del Inca”



Excavación de prueba de pala en el sector de Cocheras



Estratigrafía de los depósitos limo arenosos con inclusión de piedrecilla pómez



Excavación de PL’s cerca de los proyectos de urbanización



Lotes del sector Este del sitio Cocheras, Quitumbe



Lotes del sector Oeste del sitio Cocheras



Piedra modificada para vivienda; época republicana



Empedrado en el sector Este de Cocheras

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

7.4.8. Resumen de las Intervenciones en las Áreas Especiales

Área Especial Quitumbe

Esta es la primera de las áreas especiales del trazado del Metro Quito, ubicada en la urbanización inmediatamente al norte de la Terminal Quitumbe, en la calle Pumapungo y en la unión de dos quebradas.

Cuadro 7.122 Ubicación geográfica del área especial Quitumbe

Abscisa	0+600 a 0+650	Coordenada Central	N 9967626.51	E 494185.68
---------	---------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

En esta área se delimitó un espacio de 400 m², en cuyo perímetro se dispusieron 2 transectos y 10 pruebas de pala. Estas pruebas demostraron la ausencia de material cultural en el área, aun cuando su elección se produjo por la aparente no modificación moderna del área y su disposición en un sector en el que dos quebradas se unen.

Figura 7.251 Prospecciones Área Especial Quitumbe



Panorámica de la prospección arqueológica en AE Quitumbe



Fondo con rellenos de la PL3 (T2)

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Área Especial Solanda

El área especial Solanda consiste en un espacio que se ubica en un sector de canchas en las calles Barabara y Juan Escobar. Los transectos de prospección arqueológica se ubicaron fuera del perímetro de la cancha, en áreas verdes y de tierra afirmada.

Cuadro 7.123 Ubicación geográfica del área especial Solanda

Abscisa	3+520 a 3+570	Coordenada Central	N 9970109.32	E 495505.12
---------	---------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Las seis pruebas de pala que se excavaron demostraron que la composición de los suelos del sector son rellenos, evidenciando la ausencia de material cultural.

Figura 7.252 Prospecciones en Área Especial Solana



Panorámica del área deportiva del AE Solana

Estratigrafía de los rellenos de la PL4

Área Especial parque El Calzado

El Sector del parque de El Calzado se ubica en la margen Oeste de la quebrada al Oeste del sector de El Recreo. El área prospectada contempló un transecto paralelo a la margen de la quebrada y otro con sentido longitudinal, ubicado entre la margen de la quebrada y la calle Circunvalación.

Cuadro 7.124 Ubicación geográfica del área especial El Calzado

Abscisa	6+180 a 6+260	Coordenada Central	N 9971698.32	E 497161.44
---------	---------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Las 10 pruebas de pala posibles de excavar demostraron que el parque fue conformado por rellenos que incluyen escombros de demolición de construcciones modernas. Se evidenció la total ausencia de material cultural.

Figura 7.253 Prospecciones en Área Especial parque El Calzado



Panorámica del parque del AE El Calzado

Estratigrafía de los rellenos en la PL2 (T1)

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

Área Especial Panecillo

Esta área especial también ha sido dispuesta en un parque de forma longitudinal y con diferencia de niveles. Se pudo proyectar en esta zona un solo transecto que discurrió paralelo a la calle Pumapungo, a varios metros del límite Este del parque.

Cuadro 7.125 Ubicación geográfica del área especial Panecillo

Abscisa	9+970 a 10+020	Coordenada Central	N 9974575.28	E 497276.60
---------	----------------	--------------------	--------------	-------------

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

En esta área especial también fue evidente la conformación de los suelos por rellenos sucesivos. Para comprobar esta composición de suelos se efectuó la definición de un perfil estratigráfico en un talud ubicado dentro del parque. No hubo registro de material cultural alguno.

Figura 7.254 Prospecciones en Área Especial Panecillo



Panorámica del parque del sector de El Panecillo



Estratigrafía de los rellenos que conforman los suelos de la zona (PL2)



Detalle del perfil definido en el AE Panecillo

7.4.9. Descripción de los trabajos de Laboratorio

Para el conjunto de evidencias materiales identificadas y recuperadas durante el estudio de campo, en laboratorio se aplica un proceso para su análisis, fundamentado en una metodología apropiada.

El lavado del material cerámico –prehispánico, colonial y republicano-, lítico y otros; en esta actividad se tomaron todos los cuidados a fin de no alterar la decoración o características de los fragmentos, especialmente prehispánicos y coloniales. Se reconstruyeron los fragmentos que fueron posibles, con el objeto de lograr un mayor porcentaje del artefacto, que facilite su análisis. Todo el material se ha rotulado con los códigos correspondientes todo el material cultural recuperado.

Se ha realizado el inventario del material cultural, para luego dibujar el material diagnóstico, prehispánico, colonial y republicano. Al mismo tiempo se están elaborando cuadros por áreas de estudio con el material cultural identificado.

Figura 7.255 Trabajo en laboratorio



Lavado del material cultural



Reconstrucción de material cultural



Rotulación de material cultural



Observación de las características del material

Fuente: Estudio “PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO”. Lda. María Aguilera



Dibujo y toma de colores con la tabla Munsell



Estudio bibliográfico de paleontología



Observación del material que se procesa



Visita de ejecutivos de UNMQ, Bancos Europeos y del BID

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera

7.4.10. Interpretación Preliminar

En la plaza de San Francisco, el área intervenida demuestra que los rellenos de dicha plaza son menos profundos mientras más al Sur se localizan las unidades de la prospección arqueológica, así como también la mezcla de los materiales culturales, habiéndose incluso registrado un posible rasgo en el que se asociaron cerámica colonial, cerámica aborígen y restos fáunicos. Este registro demuestra que el área Norte de la plaza fue elevada mediante rellenos de mayor espesor, para lograr su horizontalidad.

El hallazgo de una sección de empedrado similar al actual empedrado de la plaza, a 32 cm b/s, en la PL7, nos indica que la plaza tuvo una reconstrucción, para lo cual se coloca posteriores rellenos y el empedrado actual (año 1930?). El sentido de las piedras de este empedrado más temprano es distinto al sentido actual de las piedras (ver foto), con lo cual se puede especular en una distinta forma de la plaza y las calles circundantes.

Por otra parte, el registro de un nivel de compactación de fragmentos grandes a medianos de ladrillos posicionados horizontalmente, algunos de ellos, como en el Cateo 5, rodeados del mortero que unió a estos fragmentos. Este ladrillo es un elemento común en todas las unidades de excavación, siendo el estrato que lo contiene mucho más profundo hacia el Norte de la Plaza. Es posible que la plaza fuera originalmente conformada por un piso de ladrillos, que fueron deteriorándose y sus fragmentos menores incorporándose a la matriz de suelos subyacentes. Este piso más temprano construido con ladrillo estuvo dispuesto inmediatamente sobre el suelo

natural del sector, como lo que demuestran los registros en cada caso. Estas evidencias en el área de la estación San Francisco caracterizan una Sensibilidad Arqueológica ALTA.

Las áreas de las estaciones de El Recreo y Morán Valverde demostraron estar conformadas por rellenos de escombros. La Sensibilidad Arqueológica en estas áreas es NULA.

El área excavada de la estación El Ejido se interpreta como suelos naturales removidos. El hallazgo de una variedad de materiales culturales (cerámica aborígen, cerámica colonial y huesos fáunicos) evidencia una posible existencia de asentamientos prehispánicos y coloniales en la zona, sin haberse determinado la presencia de rasgos o materiales *in situ*. Por este registro arqueológico se determina a la zona con una Sensibilidad Arqueológica BAJA.

La Estación denominada como Cocheras únicamente evidenció cerámica colonial (1) y obsidiana (1), en una zona en la que fue evidente la ocupación histórica del área, debido a la presencia de una zona con empedrado y una base de pilar con características de épocas históricas tardías. Sin embargo, esta amplia área (hasta 26 has considerando los terrenos de las cooperativas dueñas de varios lotes amplios) tiene el potencial de haber sido utilizada en prácticas culturales agrícolas ancestrales, que pudieron incluir la tecnología agrícola de *camellones*. Debido a este potencial se determina a la zona con una Sensibilidad Arqueológica BAJA.

Todas las áreas especiales intervenidas están conformadas por suelos alterados y redepositados, sin registro de material arqueológico, colonial o histórico alguno. Por ello su Sensibilidad Arqueológica se determina como NULA.

7.4.11. Recomendaciones

Se recomienda para futuras intervenciones arqueológicas en el marco de los trabajos de mitigación de los impactos en el orden cultural que podrían provocar los trabajos de análisis en campo y la construcción del Metro Quito, las siguientes medidas:

- Efectuar la excavación de Rescate Arqueológico en toda el área del diseño de la estación de la plaza de San Francisco
- Realizar el monitoreo de remoción de suelos en las áreas de las estaciones de El Ejido y Cocheras
- Realizar, además, el monitoreo arqueológico de remociones de suelos de otros equipos consultores, en cualquiera de las áreas (Estaciones o Áreas Especiales)



Figura 7.256 Equipo de trabajo



Equipo de trabajo de campo del Proyecto de Prospección Arqueológica Metro-Quito

Fuente: Estudio "PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE CINCO ESTACIONES Y CUATRO ÁREAS ESPECIALES DEL TRAZADO DEL METRO QUITO". Lda. María Aguilera